

PENURUNAN KONSENTRASI FENOL PADA AIR LAUT BALIKPAPAN YANG TERCEMAR MINYAK MENGGUNAKAN METODE ADSORPSI

DECREASING OF PHENOL CONCENTRATION IN BALIKPAPAN SEA WATER POLLUTED BY USING ADSORPTION METHOD

Muhamad Yulianto*, Saibun Sitorus, dan Rahmat Gunawan

Program Studi S1 Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75123

*E-mail: m.julianto45@gmail.com

Received: 29 February 2019, Accepted: 20 February 2020

ABSTRACT

Research on decreasing of phenol concentration in the Balikpapan seawater polluted by using the adsorption method, the purpose of this study was to determine the characteristics of activated carbon and adsorption percent to adsorb phenols with time and weight variations of the adsorbent. The results of the characteristics of activated carbon using SEM show that the carbon pores after activation are greater than before activation. In addition, phenol adsorption with time variations in seawater samples obtained optimal time at 30 minutes with 62% and the weight variation of the adsorbent obtained percentage of maximum adsorption at a weight of 12 grams is 51.11%.

Keywords: *Activated Carbon, Phenol Compounds, Banana Stems, Adsorbent.*

PENDAHULUAN

Banyak kota besar di Indonesia terletak di bagian pesisir dari pulau-pulau. Sebagian kota berkembang dengan pesat seperti banyak kota besar di dunia lainnya. Pesatnya perkembangan pada kota yang berada di pesisir dapat memberikan keuntungan ekonomis namun juga menimbulkan berbagai masalah atau adanya dampak negatif pada lingkungan. Pencemaran meliputi pencemaran udara, tanah dan pencemaran air. Pencemaran terjadi karena suatu lingkungan tidak dapat berfungsi secara normal.

Seperti yang terjadi di Kota Balikpapan, tersangkutnya jangkar kapal pada pipa dasar laut milik PT. Pertamina yang mengakibatkan patahnya pipa dan menyebabkan minyak yang keluar dari pipa mencemari perairan Pantai Benua Patra Balikpapan yang akan berdampak besar bagi kehidupan manusia, biota laut dan lingkungan sekitar [1]. Tumpahan minyak tersebut mengandung senyawa kimia seperti parafin, olefin, naftalen dan aromatik [2]. Dalam penelitian [3], senyawa hidrokarbon aromatik fenol merupakan polutan yang cukup banyak ditemukan pada perairan laut, karena limbah industri perminyakan atau tumpahan minyak yang langsung mencemari perairan tersebut.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi cemaran perairan (fenol) yaitu dengan adsorpsi menggunakan karbon aktif [4]. Karbon aktif dapat dihasilkan dari bahan baku, seperti kayu, gambut dan lignit. Karbon aktif dapat diproduksi dari limbah pertanian. Limbah pertanian dapat digunakan dalam pengaplikasian pembuatan adsorben dan pasti akan meningkatkan dari segi ekonomi petani. Batang pisang kepok tersusun atas senyawa selulosa dan senyawa organik lainnya yang mengandung unsur karbon. Sehingga dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif.

Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang adsorpsi senyawa fenol pada cemaran minyak yang terjadi di perairan teluk Balikpapan menggunakan karbon aktif dari limbah batang pisang (*Musa paradisiaca* L.) yang harapannya dapat membantu dalam mengurangi limbah batang pisang dan polutan fenol yang merupakan salah satu penyebab pencemaran air terkhusus di Pantai Benua Patra Balikpapan, Kalimantan Timur.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu oven, *furnace*, labu ukur, pipet volume, peralatan

gelas, ayakan 100 mesh, desikator, pH meter, tiang statif, buret, pipet mikro, gelas piala, neraca analitik, *magnetic stirrer*, spektrofotometer UV-Vis Shimadzu UV 2600, destilator dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah batang pisang, air laut pantai Benua Patra Balikpapan, larutan H_3PO_4 20% (v/v), padatan fenol, larutan NH_4OH 0,5 N, larutan kalium ferisianida, larutan aminoantipirin, larutan kloroform, indikator metil jingga, asam fosfat 1:9, aquades, padatan natrium sulfat anhidrat, larutan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N, larutan iodin 0,1 N, indikator amilum 1% (b/v), pH *Universal*, larutan metilen biru 300 ppm, tisu, kertas saring, aquades dan aluminium foil.

Prosedur Penelitian

Preparasi sampel

Pada proses ini batang pisang dicuci dengan air sumur bor untuk menghilangkan pengotor lalu dipotong kecil-kecil kemudian batang pisang dikeringkan di bawah sinar matahari ± 2 minggu.

Karbonisasi

Pada proses ini batang pisang dioven pada suhu $110^\circ C$ selama 1 jam lalu dipanaskan dalam tanur dengan suhu $500^\circ C$ selama 30 menit. Kemudian didinginkan, digerus dan diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh.

Aktivasi

Pada tahap aktivasi ini direndam sebanyak 123,70 gram arang dalam larutan H_3PO_4 20% sebanyak 500 mL selama 24 jam, disaring menggunakan kertas saring dan dicuci dengan aquades hingga pH netral. Residu yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $110^\circ C$ selama 3 jam lalu didinginkan dalam desikator.

Pengujian karakteristik

Kadar air

Berdasarkan Norfina dan Fransiska (2017) kadar air ditentukan dengan cara ditimbang 1 gram karbon aktif dengan neraca analitik ke dalam cawan porselen yang telah diketahui beratnya kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $110^\circ C$ selama 3 jam selanjutnya didinginkan dengan desikator lalu ditimbang [5].

Kadar zat terbang

Berdasarkan Norfina dan Fransiska (2017) penentuan zat terbang dapat dilakukan dengan cara

menimbang sebanyak 1 gram sampel karbon aktif dan dimasukkan ke dalam cawan porselen yang diketahui bobotnya. Sampel ditanur pada suhu $900^\circ C$ selama 10 menit, kemudian didiamkan di dalam desikator hingga dingin dan segera ditimbang [5].

Kadar kadar abu

Berdasarkan Norfina dan Fransiska (2017) untuk menentukan kadar abu dengan menimbang 1 gram sampel karbon aktif dan dimasukkan ke dalam cawan porselen yang diketahui bobotnya. Sampel di tanur pada suhu $700^\circ C$ selama 4 jam, kemudian dimasukkan ke desikator lalu segera ditimbang [5].

Penentuan daya serap I_2

Pada proses ini diambil karbon aktif sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan di tambahkan larutan Iodin 0,1 N sebanyak 25 mL selanjutnya dihomogenkan dengan waktu 15 menit pada suhu kamar dan disaring. Filtrat sebanyak 10 mL dititrasi menggunakan larutan Natrium Tiosulfat 0,1 N hingga warna kuning muda lalu diberikan beberapa tetes indikator amilum 1% dan dilanjutkan titrasi hingga warna larutan menjadi biru tepat hilang. Untuk perbandingan digunakan larutan blanko dengan cara yang sama dan dilakukan *duplo*.

Penentuan luas permukaan

Pada proses ini penentuan luas permukaan dilakukan dengan cara diambil karbon aktif sebanyak 0,3 gram dimasukkann ke dalam Erlenmeyer lalu ditambahkan sebanyak 50 mL larutan metilen biru 300 ppm kemudian campuran di homogenkan menggunakan *magnetic stirrer* selama 60 menit, lalu disaring. Setelah itu diambil filtratnya dan diukur nilai absorbansi dengan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang gelombang 664 nm.

Scanning Electron Microscopy (SEM)

Karbon aktif batang pisang (*Musa paradisiaca* L.) sebelum aktivasi dan setelah aktivasi ditimbang masing-masing ± 1 gram dianalisa dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui morfologi permukaan dari karbon aktif.

Adsorpsi terhadap fenol menggunakan variasi berat adsorben

Sebanyak 4 gram arang aktif dimasukkan ke dalam gelas kimia kemudian ditambahkan 500 mL sampel cemaran minyak air laut pantai Benua Patra Balikpapan. Selanjutnya distirer selama 15 menit. Kemudian di saring dengan kertas saring, diambil dan diukur konsentrasi fenol yang teradsorpsi menggunakan sektrofotometer UV-Vis. Diulangi

langkah yang sama untuk berat 8 dan 12 gram karbon aktif aktif.

Adsorpsi terhadap fenol menggunakan variasi waktu adsorpsi

Sebanyak 2,5 gram adsorben dimasukkan ke dalam gelas kimia kemudian ditambahkan 500 mL sampel cemaran minyak air laut pantai Benua Patra Balikpapan. Selanjutnya distirer selama 15 menit. Kemudian di saring dengan kertas saring, diambil dan diukur konsentrasi fenol yang teradsorpsi menggunakan UV-Vis. Diulangi langkah yang sama untuk waktu adsorpsi selama 30, 45 dan 60 menit.

Pembuatan larutan standar

Pembuatan larutan standar fenol antara 0,005 mg/L 0,01 mg/L

Ukur 5,0 mL larutan induk fenol yang dimasukkan ke labu ukur 500 mL dan terakan menggunakan akuades. Pipet (0,5 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 dan 10) mL larutan standar fenol 1 mg/L, masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL. Kemudian ditambahkan akuades hingga tera. Sehingga didapatkan larutan standar dengan konsentrasi (0,005 ; 0,02 ; 0,03 ; 0,04 ; 0,05 dan 0,1) mg/L kemudian dibaca dengan UV-Vis *Spectrophotometer*.

Analisis sampel

Pengujian kadar fenol pada air cemaran antara 0,005 mg/L-0,1 mg/L

Menurut SNI 06-6989.21-2004 untuk pengujian fenol dapat dilakukan dengan diukur 500 mL sampel secara *duplo* dan masukkan ke dalam

gelas piala 1000 mL [6]. Tambahkan 12 mL larutan NH_4OH 0,5 N dan atur pH menjadi $7,9 \pm 0,1$ dan ditambah penyangga fosfat. Pindahkan ke dalam corong pisah dan tambahkan 3 mL larutan aminoantipirin. Tambahkan larutan kalium ferisianida sambil dihomogenkan sebanyak 3 mL, tunggu hingga warna kuning jernih. Ekstraksi dengan 25,0 mL kloroform dan kocok corong pemisah paling sedikit 10 kali, didiamkan sampai lapisan kloroform terpisah. Kemudian gunakan 5 gram natrium sulfat anhidrat pada kertas saring untuk memisahkan lapisan kloroform. Kemudian dibaca dengan rentang gelombang 460 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Karakteristik

Hasil pengujian karakteristik disajikan pada Tabel 1. Hasil karakteristik karbon aktif batang pisang hanya kadar air yang memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 yaitu 8,72% masih di bawah ambang batas maksimal yaitu 15% [7]. Kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon terikat, daya serap I_2 dan luas permukaan tidak memenuhi atau dibawah syarat dari SNI. Diduga karbon aktif setelah aktivasi dan pencucian tidak sepenuhnya bersih dari sisa karbonisasi, seperti masih adanya tar, mineral organik bahkan oksida logam, menurut Pambayun, dkk. (2013), kandungan tar dan mineral organik mempengaruhi kadar abu yang diperoleh [8]. Sehingga pada proses pemanasan menghasilkan banyak abu yang tertinggal. Untuk membuat karbon aktif yang baik seharusnya bahan baku yang digunakan harus memiliki kadar selulosa yang tinggi.

Tabel 1. Hasil karakteristik karbon aktif sesudah aktivasi berdasarkan SNI 06-3730-1995.

No	Uji	Hasil	SNI
1	Kadar air (%)	8,72	Maksimal 15%
2	Kadar abu (%)	12,18	Maksimal 10%
3	Kadar zat terbang (%)	25,31	Maksimal 25%
4	Kadar karbon terikat (%)	53,75	Minimal 65%
5	Daya serap I_2 sebelum aktivasi (mg/g)	290,62	Minimal 750 mg/g
	Daya Serap I_2 sesudah aktivasi (mg/g)	347,73	
6	Luas permukaan sebelum aktivasi (m^2/g)	174,7	Minimal 300 m^2/g
	Luas permukaan sesudah aktivasi (m^2/g)	176,19	

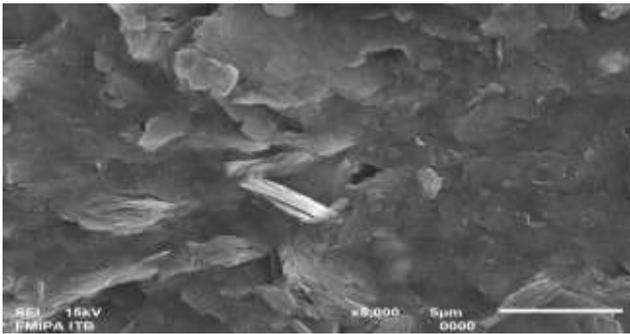
Menurut Muna (2011) selulosa merupakan senyawa organik, selulosa mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan sebagai penyerap karena

gugus OH yang terikat pada selulosa apabila dipanaskan pada suhu tinggi akan kehilangan atom-atom hidrogen dan oksigen sehingga tinggal atom

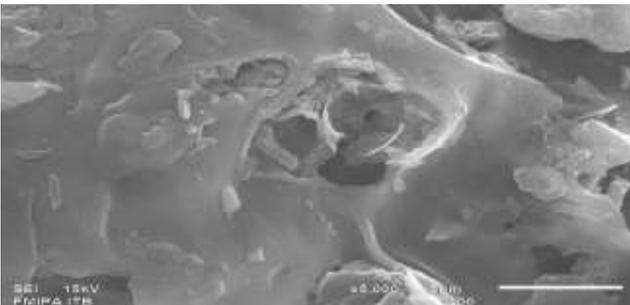
karbonnya [9]. Kadar selulosa dan lignin pada batang pisang yang menyebabkan karakteristik karbon aktif kurang baik, sehingga hasil pengujian karakteristik hanya kadar air yang masuk dalam *range* syarat karbon aktif menurut SNI.

Morfologi Karbon Aktif Menggunakan SEM (Scanning Electron Microscopy)

Karbon aktif sebelum aktivasi dan sesudah aktivasi dapat dilihat perbedaan morfologinya menggunakan SEM seperti yang disajikan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Morfologi karbon aktif sebelum aktivasi 5000x perbesaran.



Gambar 2. Morfologi karbon aktif sesudah aktivasi 5000x perbesaran.

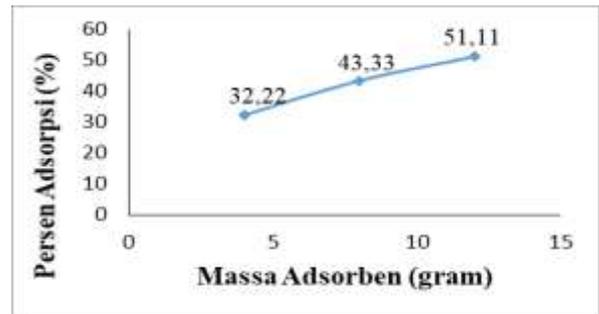
Dari Gambar 1 tersebut karbon aktif batang pisang sebelum diaktivasi mempunyai permukaan yang tertutup oleh partikel sisa karbonisasi sehingga pori-pori pada permukaan tidak dapat terlihat dengan jelas. Sedangkan pada gambar 2 karbon aktif yang sudah diaktivasi, masih terdapat partikel sisa karbonisasi yang menempel di permukaan maupun di dalam pori-pori namun lebih bersih dan diameter pori-pori lebih nampak serta lebih besar. Berdasarkan penelitian oleh Wahyuni (2016) menyatakan bahwa penggunaan H_3PO_4 sebagai aktivator dapat membentuk mikropori pada permukaan yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya adsorpsi, hal ini semakin membuat permukaan karbon semakin luas [10]. Dari hasil tersebut diduga aktivator yang digunakan belum maksimal untuk membersihkan zat pengotor, menurut Norfina dan Fransiska (2017) waktu perendaman yang kurang lama dalam aktivasi

karbon aktif dapat menyebabkan kurang maksimalnya hasil suatu karbon aktif [5].

Hasil Adsorpsi Karbon Aktif Batang Pisang Terhadap Senyawa Fenol Pada Air Laut Benua Patra

Variasi massa adsorpsi senyawa fenol pada sampel air laut

Pada penelitian ini menggunakan variasi massa adsorben dimulai dari 4, 8 dan 12 gram, dengan menggunakan waktu 15 menit. Hasil yang didapat seperti pada Gambar 3.



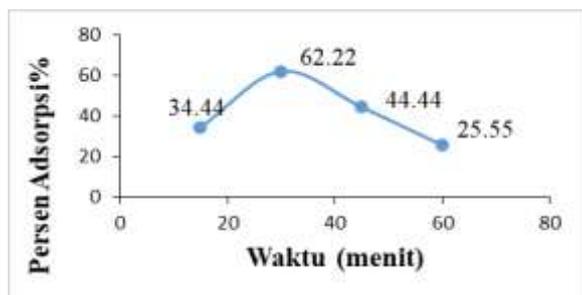
Gambar 3. Grafik variasi massa adsorben terhadap persen adsorpsi oleh karbon aktif batang pisang.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dijelaskan hasil pada massa adsorben 4 gram diperoleh persen adsorpsi sebesar 32,22%, pada 8 gram memiliki peningkatan persen adsorpsi sebesar 43,33% kemudian mengalami sedikit kenaikan pada massa adsorben 12 gram sebesar 51,11% dengan menggunakan waktu 15 menit. Kemudian dari hasil ini dapat membuktikan bahwa semakin banyak massa adsorben maka semakin besar pula adsorpsi adsorbat oleh karbon aktif. Berdasarkan penelitian Mulyono dan Kusuma (2010) menyatakan bahwa semakin besar massa adsorben yang digunakan maka semakin besar pula luas permukaan karbon aktif sehingga mengakibatkan adsorbat (fenol) yang teradsorpsi semakin banyak [11]. Namun aktivitas adsorben hanya sampai 51,11%, hal ini disebabkan karakteristik karbon menunjukkan hanya kadar air yang masuk syarat SNI sedangkan kadar abu, *volatil*, karbon terikat, daya serap I_2 dan luas permukaan masih dibawah syarat SNI, hasil karakteristik ini mempengaruhi kemampuan karbon aktif untuk mengadsorpsi adsorbat.

Variasi waktu adsorpsi senyawa fenol pada air laut

Pada penelitian ini menggunakan variasi waktu dalam melakukan kontak antara karbon aktif dengan sampel air laut, waktu yang digunakan dimulai

dengan 15, 30, 45 dan 60 menit. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik variasi waktu terhadap persen adsorpsi senyawa fenol oleh karbon aktif batang pisang.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dijelaskan persen adsorpsi terhadap waktu 15 menit didapat hasil sebesar 34,44%, pada waktu 15 menit ini belum terjadi adsorpsi optimal namun dengan penambahan waktu adsorpsi maka akan meningkatkan persen adsorpsi, kemudian mengalami kenaikan pada menit 30 sebesar 62,22%, berdasarkan data tersebut dengan ini semakin lama waktu adsorpsi maka persen adsorpsi senyawa fenol semakin besar, menurut Nafi'ah (2016) semakin lama waktu interaksi maka semakin banyak adsorbat teradsorpsi karena semakin banyak kesempatan partikel arang aktif untuk bersinggungan dengan adsorbat, hal ini menyebabkan semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi [12]. Namun pada menit 45 dan 60 mengalami penurunan berturut-turut yaitu 44,44% dan 25,55%. Terjadi penurunan adsorpsi karena jika waktu adsorpsi semakin lama maka terjadi pelepasan kembali atau karbon aktif sudah mencapai titik jenuh sehingga terjadi penurunan. Waktu adsorpsi optimal didapat pada menit ke 30 hanya sebesar 62%. Hal ini karena hasil dari karakteristik karbon aktif batang pisang yang kurang memenuhi syarat SNI, hal ini menyebabkan kemampuan karbon aktif batang pisang tidak dapat mengadsorpsi lebih baik lagi dan kadar selulosa pada batang pisang hanya 50% dimana selulosa berpengaruh dalam pembuatan karbon aktif, semakin tinggi selulosa akan semakin baik dalam pembentukan suatu material karbon.

KESIMPULAN

1. Karbon aktif batang pisang yang diperoleh sesuai dengan syarat SNI hanya kadar air yaitu 8,72% sedangkan menurut SNI maksimal 15%, namun kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon terikat, daya serap I_2 dan luas permukaan yang masih dibawah syarat SNI.
2. Pada penelitian ini dilakukan berdasarkan variasi massa adsorben masing-masing selama 15 menit

dan diperoleh hasil maksimal pada massa 12 gram dengan persen adsorpsi sebesar 51,11%.

3. Pada penelitian yang dilakukan berdasarkan pengaruh waktu terhadap kontak adsorben didapatkan waktu optimum sebesar 30 menit dengan persen adsorpsi sebesar 62,22%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf dan dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Mulawarman, Laboratorium Biokimia, Laboratorium Lingkungan, Laboratorium Analitik dan Laboratorium Balai Riset Standarisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tribun Kaltim. 2018. *Tumpahan minyak cemari Teluk Balikpapan, api tiba-tiba muncul di Laut*. Balikpapan. Tribun Kaltim.
- [2] Hartanto B. 2008. Oil spill (tumpahan minyak) di Laut dan beberapa kasus di Indonesia. *Jurnal Bahari Jogja*. VIII(12).
- [3] Dewilda Y., Afrianita R dan Iman F. F. 2012. Degradasi senyawa fenol oleh mikroorganisme laut. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*. 9(1):59-73.
- [4] Arninda A., Sjahrul M. dan Zakir M. 2014. Adsorpsi ion logam Pb (II) dengan menggunakan kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca L.*). *Jurnal Indonesia Chimica Acta*. ISSN 2085/014X. 7(2).
- [5] Norfina E., Fransiska. 2017. Pemanfaatan arang aktif dari sekam padi Mayas Sawah sebagai adsorben Ion Logam Kadmium (Cd^{2+}). *Skripsi*. Universitas Mulawarman.
- [6] SNI 06-6989.21-2004. Air dan air limbah – Bagian 21: Cara uji kadar fenol secara Spektrofotometri. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [7] SNI 06-3730-1995. Arang aktif teknis. dewan standarisasi nasional. Jakarta.
- [8] Pambayun G. S., Yulianto R., Rachimoellah M. dan Putri, E. 2013. Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa dengan Aktivator $ZnCl_2$ dan Na_2CO_3 sebagai Adsorben untuk mengurangi kadar fenol pada air limbah. *Jurnal Teknik Pomits*. 2(1).
- [9] Muna A. S. M. 2011. Kinetika Adsorpsi karbon aktif dari batang pisang sebagai adsorben untuk penyerapan ion logam Cr(IV) pada air limbah industri. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- [10] Wahyuni S. 2016. Pemanfaatan arang aktif biji kapuk (*Ceiba Pentandra I.*). *Jurnal Akademika Kimia*. 5(4).