

PENYERAPAN LOGAM Pb DENGAN MENGGUNAKAN KARBON AKTIF DARI CANGKANG KEMIRI SEBAGAI ADSORBEN

ADSORPTION OF METAL Pb USING ACTIVATED CARBON FROM CANDLENUT SHELLS AS ADSORBENT

¹Endang Supraptiah, ¹Aisyah Suci Ningsih, ¹Fatria, ²Ultari Amalia

¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya

²Alumni Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar, Palembang 30319

E-mail : endangsupraptiah@yahoo.co.id

ABSTRACT

Candlenut shell is a waste which usually burned, stacked or discarded, which are unfavorable to environment. This is condition be motivated to produced commercial product from this candlenut shells waste as activated carbon and aswell as solving as environment problems. This study aimed is to obtain the optimum conditions of hydrochloric acid activator to quality activated carbon and Pb metal adsorption capacity. This activated carbon has two variation process there are carbonization process used temperature 500° C for 1 hour and the activation process with variation concentration of hydrochloric acid there are 0,2M, 0,4M, 0,6M, 0,8M and 1M for 24 hours. The product of this research is showing the best quality activated carbon from candlenut shells which has best characteristic or fit to SNI 06-3730-95 such as to Inherent Moisture rate 8,54-10,56%, ash content 1,10-2,48%, volatile matter 17,57-20,63% and fixed carbon 67,81-71,42%. The application of activated carbon from candlenut shell can reduce the Pb metal concentration from 3 ppm to 0 ppm with activator concentration 0,4M for contact time of 1 hour with adsorption content is 100% and adsorption capacity of activated carbon from candlenut shell using hydrochloric acid as adsorbent Pb metal is 0,15 mg/g.

Keywords : Candlenut Shell, adsorption, activated carbon

PENDAHULUAN

Kemajuan dibidang industri di masa sekarang ini mengakibatkan banyaknya aktivitas manusia yang menyebabkan tekanan di sekitarnya meningkat. Pertambahan jumlah industri dan penduduk membawa akibat bertambahnya beban pencemaran yang disebabkan oleh pembuangan limbah industri dan domestik. Pencemaran logam berat merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia. Keberadaan logam berat dalam lingkungan berasal dari dua sumber. Pertama dari proses alamiah seperti pelapukan secara kimiawi dan kegiatan geokimiawi serta dari tumbuhan dan hewan yang membusuk. Kedua dari hasil aktivitas manusia terutama hasil limbah industri. Dalam neraca global, sumber yang berasal dari alam sangat sedikit dibandingkan pembuangan limbah akhir di laut.

Logam Pb banyak digunakan pada industri baterai, kabel, cat (sebagai zat pewarna), penyepuhan, pestisida, dan yang paling banyak digunakan sebagai zat antiletup pada bensin. Pb juga digunakan sebagai zat penyusun patri atau solder dan sebagai formulasi penyambung pipa yang mengakibatkan air untuk rumah tangga mempunyai banyak kemungkinan kontak dengan Pb (Saeni,

1997). Logam Pb dapat masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan, makanan, dan minuman. Logam Pb tidak dibutuhkan oleh manusia, sehingga bila makanan tercemar oleh logam tersebut, tubuh akan mengeluarkannya sebagian. Sisanya akan terakumulasi pada bagian tubuh tertentu seperti ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut.

Logam berat dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Lebih jauh lagi, logam berat ini akan bertindak sebagai penyebab alergi, mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia. Jalur masuknya adalah melalui kulit, pernapasan dan pencernaan. Logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh maka tidak dapat dihancurkan tetapi akan tetap tinggal di dalamnya hingga nantinya dibuang melalui proses ekskresi. Hal serupa juga terjadi apabila suatu lingkungan terutama di perairan telah terkontaminasi (tercemar) logam berat maka proses pembersihannya akan sulit sekali dilakukan.

Berdasarkan keputusan Menteri Negara KLH Kep.03/Men-KLH/2010 tentang penetapan baku mutu lingkungan keberadaan logam Pb dalam lingkungan diharapkan nihil, sedangkan batas

minimum yang diperbolehkan adalah 2 ppm atau 2 mg/L. Untuk batasan Pb yang diperbolehkan di perairan pelabuhan yang diperbolehkan adalah 0,05 ppm serta penetapan dari Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM) nomor 03725/B/SK/VII/89 membatasi kandungan logam berat Pb maksimum pada sumber daya ikan dan olahannya adalah 2 mg/l atau 2 ppm.

Pohon Kemiri merupakan pohon serbaguna yang hampir seluruh bagiannya dapat dimanfaatkan dengan produk utama berupa biji kemiri. Masyarakat memanfaatkan kemiri untuk minyak rambut dan minyak lampu, ampasnya dapat ditumbuk dan diolah lagi menjadi makanan dan kayunya digunakan untuk perkakas rumah tangga. Sedangkan cangkang kemiri masih menjadi limbah karena masyarakat belum memanfaatkannya secara maksimal.

Adsorpsi merupakan proses pemisahan dimana komponen dari suatu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Dalam sistem adsorpsi fase teradsorpsi dalam solid disebut adsorbat sedangkan solid tersebut disebut dengan adsorben. Pada proses adsorpsi, molekul bergerak melalui bulk fase gas menuju permukaan padatan dan berdifusi pada permukaan pori padatan adsorben dan proses ini hanya terjadi pada permukaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi (Sembiring, dkk, 2003) antara lain :

- a. Sifat serapan
- b. Temperatur
- c. pH (derajat keasaman)
- d. Waktu singgung
- e. Sifat adsorben

Sedangkan syarat – syarat adsorben yang baik (Puspa, 2000), antara lain :

1. Mempunyai daya serap yang besar
2. Berupa zat padat yang mempunyai luas permukaan yang besar
3. Tidak boleh larut dalam zat yang akan diadsorpsi
4. Tidak boleh mengadakan reaksi kimia dengan campuran yang akan dimurnikan
5. Dapat diregenerasi kembali dengan mudah
6. Tidak beracun.

Proses adsorpsi di industri banyak dipakai untuk pemisahan gas, pemurnian pelarut, penghilangan polutan organik dalam air minum dan sebagai katalis. Selain itu, dapat pula digunakan untuk penyimpanan gas (gas adsorptive storage), seperti hidrogen dan gas metana. Untuk aplikasi proses pemisahan, pemurnian dan penghilangan polutan, distribusi ukuran pori adsorben menjadi hal yang utama.

Sedangkan untuk aplikasinya sebagai penyimpanan gas, luas permukaan adsorben menjadi lebih utama. Aspek yang paling penting dalam proses adsorpsi adalah pemilihan jenis adsorben. Adsorben yang paling potensial adalah karbon aktif sebab memiliki luas permukaan yang tinggi sehingga kemampuan adsorpsinya besar.

Karbon aktif adalah karbon tak berbentuk yang telah diolah secara khusus untuk menghasilkan luas permukaan yang sangat besar, berkisar antara 300 – 2000 m²/gr. Luas permukaan yang besar dan struktur dalam pori – pori karbon aktif dapat terus dikembangkan dimana struktur ini memberikan kemampuan karbon aktif untuk menyerap (adsorb) gas – gas dan uap – uap dan gas dan dapat menguraikan zat – zat dan liquid.

Tabel 1. Komposisi Arang Kemiri

| Komposisi | Kandungan (%) |
|--|---------------|
| Air | 4,9 |
| Abu (<i>Ash Content</i>) | 2,07 |
| Zat Terbang (<i>Volatile matter</i>) | 22,14 |
| Karbon terikat (<i>Fixed Carbon</i>) | 75,79 |

Sumber : Institut Pertanian Bogor, 2009

Proses aktivasi merupakan proses yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan pengaruh terhadap daya adsorpsi. (Sembiring, dkk, 2003)

Pemilihan jenis aktivator akan berpengaruh terhadap kualitas karbon aktif. Beberapa jenis senyawa kimia yang sering digunakan dalam industri pembuatan karbon aktif adalah ZnCl₂, KOH dan H₂SO₄ (Sembiring, 2003; Yalcin, 2000). Masing-masing jenis aktivator akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap luas permukaan maupun volume pori-pori karbon aktif yang dihasilkan. Disini aktivator yang digunakan yaitu asam klorida (HCl) karena memiliki daya serap yang tinggi terhadap karbon aktif yang dihasilkan.

Karbon Aktif sebagai Adsorben Logam Pb (Timbal)

Dalam pencegahan guna menanggulangi terjadinya pencemaran logam berat maka telah dikembangkan beberapa metode yang dapat menanggulangi hal tersebut. Metode tersebut salah satunya adalah adsorpsi dengan media karbon aktif. Karbon aktif memiliki ruang pori sangat banyak dengan ukuran tertentu. Pori-pori ini akan menangkap partikel-partikel sangat halus (molekul) terutama logam berat dan menjebakanya disana. Penyerapan menggunakan karbon aktif adalah efektif untuk menghilangkan logam berat. Ion logam berat ditarik oleh karbon aktif dan melekat pada permukaannya dengan kombinasi dari daya fisik kompleks dan reaksi kimia. Karbon aktif memiliki jaringan porous (berlubang) yang sangat luas yang berubah-ubah bentuknya untuk menerima molekul pengotor baik besar maupun kecil.

Efektifitas adsorpsi karbon aktif terhadap logam timbal Pb²⁺ ditunjukkan pada sertifikat NSF

(*National Sanitation Foundation*) yang merefleksikan isotherm Langmuir dimana adsorpsi logam berat Pb akan berlangsung sampai mencapai titik keseimbangan dimana proses adsorpsi tidak akan berjalan lagi atau berhenti meskipun dosis karbon aktif diperbesar. Kecepatan penyerapan ini tergantung dari sifat adsorpsi, temperatur, pH, dan waktu singgung karbon aktif dengan Pb (Svehla, 1985).

METODELOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Air baku yang digunakan adalah larutan Pb dan Adsorben yang digunakan adalah cangkang kemiri yang telah dibuat menjadi karbon aktif yang dikondisikan, diayak dengan ukuran 40 mesh dan dianalisa kadar air, kadar abu, kadar karbon dan kadar zat terbang. Adsorben diaktivasi dengan variasi konsentrasi larutan HCl 0,2M, 0,4M, 0,6M, 0,8M dan 1M.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *batch*. Penelitian diawali dengan pembuatan karbon aktif dari cangkang kemiri sebagai adsorben, dimana karbon aktif diaktivasi dengan larutan HCl dengan variasi konsentrasi. Limbah cair yang digunakan berupa larutan Pb dengan konsentrasi awal 3 ppm sebanyak 50 ml untuk setiap parameter yang akan dianalisis, adsorben yang digunakan sebanyak 1 gram dengan variasi konsentrasi aktivator dan waktu perendaman. Waktu perendaman yang digunakan yaitu 1 jam dan 2 jam. Selama perendaman dilakukan pengadukan dengan magnetic stirrer. Setelah perendaman selesai sampel disaring dan filtratnya ditampung untuk analisa kapasitas adsorpsi karbon aktif tersebut dengan menggunakan spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Kapasitas adsorpsi logam Pb oleh karbon aktif dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$E = \frac{(C_0 - C_e)V}{W}$$

Dimana :

- E = Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
- V = Volume Larutan (L)
- C₀ = Konsentrasi awal Cd (mg/L)
- C_e = Konsentrasi akhir Cd (mg/L)
- W = Berat karbon aktif (gr)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ditinjau dari komposisi arang kemiri, arang kemiri memiliki beberapa unsur yang penting yaitu air 4,9 %, abu (ash content) 2,07 %, zat terbang (volatile matter) 22,14 %, karbon terikat (fixed

carbon) 75,79 % (Lempang, 2009). Untuk mengetahui komposisi arang aktif cangkang kemiri yang akan digunakan sebagai adsorben maka dilakukan analisa kadar air, kadar abu, kadar zat terbang dan kadar karbon dengan variasi konsentrasi aktivator. Hasil analisa dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisa Kualitas Karbon Aktif dari Cangkang Kemiri

| Komposisi | Konsentrasi HCl | | | | |
|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| Air (%) | 8,54 | 9,01 | 9,41 | 9,77 | 10,46 |
| Abu (%) | 2,48 | 2,36 | 1,63 | 1,14 | 1,10 |
| Zat Terbang (%) | 17,57 | 17,53 | 18,76 | 19,85 | 20,63 |
| Karbon (%) | 71,42 | 71,10 | 70,10 | 69,24 | 67,81 |

Dalam pembuatan adsorben dari cangkang kemiri, cangkang kemiri dibuat menjadi karbon aktif yang diaktivasi dengan variasi konsentrasi larutan HCl 0,2M, 0,4M, 0,6M, 0,8M dan 1M. Variasi konsentrasi tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi terhadap kualitas karbon aktif yang dihasilkan dan kapasitas adsorpsi logam Pb. Dari Analisa karbon aktif yang diaktivasi dengan variasi konsentrasi ini didapatkan bahwa seluruh karbon aktif mendekati standar SNI 06-3730-95.

Konsentrasi awal larutan Pb yang digunakan yaitu 3 ppm selanjutnya akan dianalisa kapasitas adsorpsi karbon aktif dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Hasil Analisa dapat dilihat pada tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Analisis Kapasitas Adsorpsi Logam Pb oleh Karbon Aktif dari Cangkang Kemiri untuk Waktu Perendaman 1 jam

| Konsentrasi Aktivator (M) | Konsentrasi Larutan Pb (ppm) | | Kadar Pb teradsorpsi (%) | Kapasitas Adsorpsi (mg/g) |
|---------------------------|------------------------------|--------|--------------------------|---------------------------|
| | Awal | Akhir | | |
| | 0,2 | 3 | | |
| 0,4 | 3 | 0,0000 | 100 | 0,1500 |
| 0,6 | 3 | 0,0000 | 100 | 0,1500 |
| 0,8 | 3 | 1,4202 | 52,66 | 0,0790 |
| 1,0 | 3 | 1,3192 | 55,69 | 0,0840 |

Tabel 4. Hasil Analisis Kapasitas Adsorpsi Logam Pb oleh Karbon Aktif dari Cangkang Kemiri untuk Waktu Perendaman 2 jam

| Konsentrasi Aktivator (M) | Konsentrasi Larutan Pb (ppm) | | Kadar Pb teradsorpsi (%) | Kapasitas Adsorpsi (mg/g) |
|---------------------------|------------------------------|--------|--------------------------|---------------------------|
| | Awal | Akhir | | |
| | 0,2 | 3 | | |
| 0,4 | 3 | 0,0067 | 99,77 | 0,1497 |
| 0,6 | 3 | 0,0404 | 98,65 | 0,1480 |
| 0,8 | 3 | 0,0000 | 100 | 0,1500 |
| 1,0 | 3 | 1,0231 | 65,89 | 0,0998 |

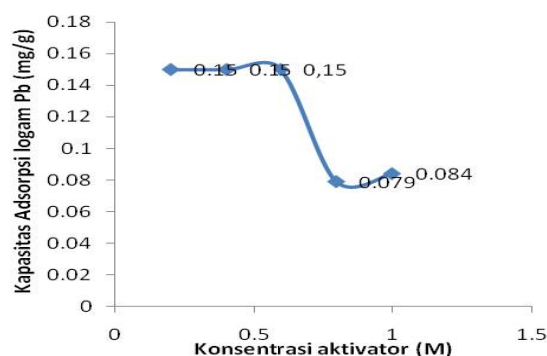
Pengaruh Konsentrasi Aktivator dan Waktu Penyerapan Terhadap Kapasitas Penyerapan Logam Pb

Waktu penyerapan dan konsentrasi aktivator dapat mempengaruhi banyak tidaknya penyerapan logam Pb yang ada dalam larutan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 1.

Dari hasil penelitian ini dengan kondisi waktu perendaman selama 1 jam terlihat bahwa konsentrasi aktivator dalam hal ini HCl menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi karbon aktif terhadap logam Pb. Terlihat bahwa pada konsentrasi 0,2M-0,6M penyerapan terjadi secara sempurna yaitu dengan kapasitas adsorpsi sebanyak 0,15 mg/g itu berarti kadar Pb didalam limbah terserap 100% yang berarti tidak ada lagi kandungan Pb didalam limbah tetapi pada saat memasuki konsentrasi HCl yang lebih tinggi kapasitas adsorpsi mengalami penurunan, hal ini dibuktikan sebagaimana sifat dari logam Pb bahwa Pb (timbal) sering kali memiliki sifat tampak seperti logam mulia yaitu tidak reaktif, ditunjukkan oleh harga potensial standarnya sebesar -0,13V. Kereaktifannya yang rendah dikaitkan dengan overvoltage yang tinggi terhadap hidrogen dan juga dalam beberapa hal tidak terlarutkan oleh Asam sulfat pekat dan Asam Klorida pekat atau memiliki kadar konsentrasi yang tinggi sehingga menyebabkan logam Pb susah untuk diserap (Svehla,1987).

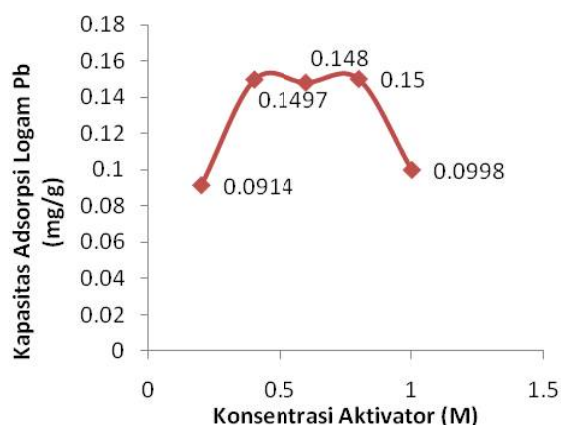
Selain faktor konsentrasi, penurunan kapasitas adsorpsi juga disebabkan oleh Efektifitas adsorpsi karbon aktif terhadap logam timbal Pb^{2+} telah ditunjukkan pada sertifikat NSF (*National Sanitation Foundation*) yang merefleksikan isotherm Langmuir dimana adsorpsi logam berat Pb akan berlangsung sampai mencapai titik keseimbangan dimana proses adsorpsi tidak akan berjalan lagi atau berhenti meskipun dosis karbon aktif diperbesar.

Jadi, apabila karbon aktif telah mencapai titik kesetimbangan atau optimum maka ia akan mengalami penjujukan yang mengakibatkan terjadinya penurunan kapasitas adsorpsi pada logam Pb. Penjujukan juga terjadi pada kapasitas adsorpsi dengan waktu perendaman selama 2 jam seperti pada gambar 2.



Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi Aktivator Terhadap Kapasitas Adsorpsi logam Pb untuk Waktu Perendaman 1 jam

Faktor penyebab terjadinya penurunan kapasitas karbon aktif selain ditinjau dari faktor internal, faktor eksternal juga sangat berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi karbon aktif antara lain temperatur, waktu singgung karbon aktif terhadap logam Pb dan proses penetrasi (pH) yang mengakibatkan masih terjebaknya aktivator HCl didalam karbon aktif sehingga menutupi pori-pori karbon aktif. Masih terkandungnya aktivator HCl dalam karbon aktif dikarenakan bahan pengaktif kadang-kadang sulit dihilangkan lagi hanya dengan pencucian.



Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi Aktivator Terhadap Kapasitas Adsorpsi logam Pb untuk Waktu Perendaman 2 jam

Untuk waktu perendaman karbon aktif kedalam larutan Pb selama 2 jam ini kembali lagi mengalami penurunan pada konsentrasi 1M sehingga dapat dikatakan kondisi optimal penyerapan terjadi pada konsentrasi 0,4M dengan kapasitas adsorpsi Pb sebesar 0,1497 mg/g yang berarti kadar Pb yang terserap sebanyak 99,77% dan 0,6M sebesar 0,1480 mg/g yang berarti kadar Pb yang terserap sebanyak 98,65%. Jadi dapat dikatakan bahwa pada waktu perendaman karbon aktif didalam larutan Pb selama 1 jam kondisi optimal terjadi pada konsentrasi 0,4M dan 0,6M dengan kadar logam Pb yang terserap 100% dan pada waktu 2 jam juga terjadi pada konsentrasi yang sama dengan kadar logam Pb yang terserap sebanyak 99,7% dan 98,65% dengan kata lain kapasitas adsorpsi karbon aktif dari cangkang kemiri menggunakan activator HCl sebagai adsorben pada penyerapan logam Pb yang terjadi secara optimal terletak pada konsentrasi HCl 0,4M dengan waktu perendaman selama 1 jam.

KESIMPULAN

Pembuatan karbon aktif dari cangkang kemiri dengan menggunakan variasi konsentrasi aktivator HCl, semuanya menghasilkan kondisi karbon aktif yang sesuai dengan kualitas dan mutu karbon aktif berdasarkan standar SNI 06-3730-95 untuk empat

parameter yang dianalisis yaitu kadar air berkisar 8,54-10,56% , kadar abu 1,10-2,48%, kadar zat terbang 17,57- 20,63% dan karbon 67,81-71,42%

Pada kapasitas adsorpsi karbon aktif dari cangkang kemiri dengan aktivator HCl sebagai adsorben pada penyerapan logam Pb didapat kondisi optimal penyerapan logam Pb pada waktu 1 jam terjadi pada konsentrasi aktivator 0,4M dan 0,6M dengan kapasitas penyerapan logam Pb sebesar 0,15 mg/g dan pada waktu 2 jam terjadi juga pada waktu 2 jam dengan kapasitas penyerapan 0,1497 mg/g dan 0,1480 mg/g dengan kata lain kapasitas adsorpsi logam Pb yang terjadi secara optimal terjadi pada konsentrasi HCl 0,4M dengan waktu perendaman 1 Jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, Kemiri. (<http://id.wikipedia.org/wiki/kemiri>. Diakses 11 Maret 2013).
- Lempang, Mody, dkk. 2009. *Sifat – Sifat dan Mutu Arang Aktif Tempurung Kemiri*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol 30 No 2, Juni 2012.
- Puspa, Endar. 2000. *Potensi Bentonit sebagai Penjernihan Minyak Goreng Bekas*. Bandung.
- Saeni. 1997. *Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat dengan Analisis Rambut*. Fakultas Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam IPB, Bogor.
- Sembiring, Meilita Tryana dan Tuti Sinaga. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Medan : USU.
- SNI. 1995. *Arang Aktif Teknis*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Svehla, G. 1987. *Analisis Anorganik Kualitatif*. Jakarta, PT. Kalman Media Pustaka.
- Yalçın N, V. Sevinç, (2000). *Studies of the Surface Area and Porosity of Activated Carbons Prepared from Rice Husks*. Sakarya University, Art and Sciences Faculty, Chemistry Department, Serdivan, Sakarya, Turkey.