



KAJIAN KAPASITAS ADSORPSI ARANG KULIT KOPI *ROBUSTA* TERAKTIVASI $ZnCl_2$ TERHADAP ION Pb (II)

[Study Of The Adsorption Capacity On Activated Carbon From *Robusta* Coffee's Pulp With $ZnCl_2$ Toward Ion Pb (II)]

Ayu Anggraini Puspitasari¹, Ni Ketut Sumarni¹, Musafira²

¹)Jurusan Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako
Jl. Soekarno Hatta Km.9, Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu, Telp. 0451- 422611

Diterima 5 April 2017, Disetujui 3 Juni 2017

ABSTRACT

This research aims to determine the adsorption capacity of activated carbon coffee pulp used as adsorbent ion Pb (II) at the optimum contact time and the pH. The research methodology covered the preparation of activated carbon, adsorption, and analyzed. Preparation of activated carbon from coffee pulp was conducted by doing carbonization at 400°C for 2 hours. The carbon was activated using $ZnCl_2$ 10% for 24 hours. The adsorption process was conducted by applying 5 variations of both of the contact time and the pH (30, 60, 90, 120, 150 minutes and 2, 4, 6, 8, and 10 respectively). The result showed that the iodine number of acitvated carbon was 760,32 mg/g. The maximum contact time and the pH were 90 minutes and at pH 4 with the percentage of Pb ion adsorbed were 89,69% and 98,58% respectively. The adsorption capacity for that conditions were 4,48 mg/g and 4,93 mg/g respectively.

Keywords : *Adsorption capacity, Coffee pulp, Pb^{2+} .*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi arang aktif kulit kopi yang digunakan sebagai adsorben ion Pb (II) pada waktu kontak dan pH maksimum. Metodologi penelitian meliputi proses penyiapan bahan arang aktif, penyerapan dan pengujian. Preparasi arang aktif kulit kopi dilakukan dengan cara karbonisasi pada suhu 400°C selama 2 jam. Aktivasi arang dilakukan dengan larutan $ZnCl_2$ 10% selama 24 jam. Proses penyerapan dilakukan dengan variasi waktu kontak dan variasi pH. Waktu kontak yang terapkan yaitu 30, 60, 90, 120, dan 150 menit dan pada pH yaitu 2, 4, 6, 8, and 10. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya serap iod pada arang kulit kopi yang diaktivasi $ZnCl_2$ 10% sebesar 760,32 mg/g. Waktu maksimum penyerapan ion Pb (II) yang diperoleh pada waktu 90 menit yang dihasilkan sebesar 89,69%. Sedangkan pada pH maksimum penyerapan ion Pb (II) yaitu pada pH 4 dengan penyerapan sebesar 98,58%. Kapasitas adsorpsi yang diperoleh pada waktu dan pH maximum sebesar 4,48 mg/g dan 4,93 mg/g.

Kata Kunci : *Kapasitas adsorpsi, Kulit kopi, Pb^{2+} .*

*) *Corresponding author:* ayuanggraini657@gmail.com

LATAR BELAKANG

Salah satu sumber yang dapat memajukan devisa di Indonesia serta memiliki peranan penting dalam memajukan industri perkebunan di Indonesia adalah tanaman kopi (Ditjenbun, 2010). Tanaman kopi telah mengambil peranan penting sebagai sumber penghasilan bagi 1,5 juta jiwa petani kopi di Indonesia (Rahardjo, 2012). Salah satu daerah yang memiliki tingkat produksi kopi yang cukup banyak adalah Sulawesi Tengah. Pada tahun 2012, produksi kopi jenis robusta di Sulawesi Tengah mencapai 4.626 ton (BPS, 2013).

Pengolahan kopi secara basah ataupun kering akan menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan di sekitarnya. Pada proses pengolahan secara basah, kulit buah dan kulit tanduk adalah limbah padat yang dihasilkan pada proses pengupasan buah dan t penggerbusan (hulling). Produksi kopi dapat menghasilkan limbah kulit mencapai 28,7 % (Parani & Eyini, 2010). Dilain pihak, kulit kopi memiliki kandungan selulosa yang cukup besar, yaitu 15-43 % (Misran, 2009). Kandungan selulosa dan senyawa organik lainnya pada kulit kopi kaya akan unsur karbon berpotensi sebagai bahan dasar dalam pembuatan arang aktif (Budiarta, 2014).

Arang aktif merupakan salah satu jenis adsorben yang telah banyak dimanfaatkan dalam proses penyerapan logam berat. Logam berat apabila memiliki konsentrasi yang tinggi atau melebihi nilai

ambang batas di dalam tubuh manusia dapat menimbulkan efek toksik, seperti logam timbal (Pb). Bahan dasar yang kaya selulosa umumnya dimanfaatkan pada pembuatan arang aktif, seperti kayu, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, sekam padi, kulit buah kopi, tempurung biji jarak, tempurung biji karet, dan tempurung biji kemiri (Sudrajat dan Pari, 2011). Arang aktif dari sumber yang berbeda akan memiliki sifat-sifat yang berbeda pula. Selain bahan dasar yang digunakan, arang aktif juga dipengaruhi oleh penggunaan zat pengaktivasi. Aktivator yang berbeda akan menghasilkan arang aktif dengan sifat yang berbeda pula (Bansal dan Goyal, 2005).

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian terkait dengan potensi kulit kopi dalam menyerap logam berat, khususnya logam timbal (Pb). Keunggulan dari kulit kopi sebagai bahan dasar arang aktif adalah mudah didapatkan dan *renewable*, sehingga kulit kopi diharapkan mampu menyerap timbal (Pb). Menurut Budiarta (2014), penggunaan aktivator H_2SO_4 5% dan aktivator KOH 5 % untuk produksi arang aktif diperoleh efisiensi penyerapan pada logam timbal sebesar 57,14% dan 42,86% dengan waktu kontak 120 menit pada pH 7 dengan menggunakan adsorben arang aktif kulit kopi. Pada penelitian Danarto dan Samun (2012), pengaktivasian arang dengan menggunakan $ZnCl_2$ yang berbahan dasar sekam padi. Kemampuan

penyerapan yang diperoleh yaitu mencapai 95,6% pada logam Cr (IV) pada konsentrasi 10% waktu kontak optimum 40 menit.

Faktor lain yang mempengaruhi proses adsorpsi atau penyerapan ion logam adalah derajat keasaman (pH). Jiang *et al.* (2012), penyerapan ion Pb berada pada kisaran asam (1-6). Menurut Ni'mah dan Ulfin (2007), pH dapat mempengaruhi muatan yang terdapat pada permukaan adsorben yang mempunyai peran aktif dalam proses penyerapan ion logam.

Penelitian ini menggunakan aktivator $ZnCl_2$ 10% yang berfungsi untuk memperbesar luas permukaan adsorben. Sesuai yang telah di jelaskan oleh Ketaren (1987) dan Rahim (2010). Penggunaan aktivator dengan $ZnCl_2$ adalah aktivator yang baik dengan memperluas permukaan pada adsorben dan bebas dari polusi terhadap lingkungan. Oleh karena, itu perlu dilakukan penelitian tentang kajian kapasitas adsorpsi kulit kopi robusta teraktivasi $ZnCl_2$ terhadap ion Pb (II).

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan meliputi kulit kopi, $ZnCl_2$, $PbNO_3$, HNO_3 , $NaOH$, natrium tiosulfat, larutan iodium, indikator pati, dan aquades.

Peralatan yang digunakan berupa tanur, ayakan 100 mesh, oven, desikator, spektrofotometer serapan atom, dan alat

Gekas yang umum digunakan di laboratorium kimia.

Prosedur Penelitian

Penyiapan sampel (Danarto dan Samun, 2008 yang dimodifikasi)

Bahan yang digunakan yaitu kulit kopi dari Palolo terlebih dahulu dicuci sampai bersih. Kulit kopi yang telah dibersihkan kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Kulit kopi yang telah kering dipanaskan dalam tanur pada suhu $400^\circ C$ selama 2 jam. Arang yang telah terbentuk dihaluskan dan diayak dengan ayakan 100 mesh.

Aktivasi Arang dengan $ZnCl_2$ 10% (Danarto dan Samun, 2008 yang dimodifikasi)

Serbuk arang direndam dalam larutan $ZnCl_2$ 10% selama 24 jam. Selanjutnya, disaring dan dicuci sampai bersih (ditandai dengan larutan hasil cucian netral) lalu dipanaskan dalam oven dengan suhu $110^\circ C$ sampai beratnya konstan, kemudian didinginkan dalam desikator.

Penentuan bilangan iod (SNI 1995)

Sebanyak 0,5 g arang yang telah teraktivasi, dipindahkan ke dalam wadah berwarna gelap dan tertutup. Ke dalam wadah dimasukkan 50 ml larutan iodium 0,1 N kemudian dikocok selama 15 menit lalu disaring. Filtrat dipipet sebanyak 10 ml ke dalam Erlenmeyer kemudian dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N. Jika warna kuning larutan hampir hilang, ditambahkan indikator pati 1%. Titrasi

dilanjutkan sampai mendapatkan titik akhir (warna biru tepat hilang).

$$\text{Daya Serap iod (mg/g)} = \frac{\left(10 - \frac{N \times V}{0,1} \times 12,96 \times 5\right)}{S}$$

Dimana V adalah larutan natrium tiosulfat yang diperlukan (ml), N adalah normalitas larutan natrium tiosulfat, S adalah bobot contoh (g), 12,69 adalah jumlah iod yang sesuai dengan 1 ml larutan natrium tiosulfat 0,1 N (mg), dan 5 adalah factor pengenceran.

Pembuatan larutan induk Pb 1000 ppm

Ditimbang sebanyak 1,598 g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dan dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 ml. Kemudian, ditepatkan volumenya dengan akuades hingga tanda batas.

Pembuatan Larutan Baku Pb 100 ppm

Larutan induk $\text{Pb}(\text{II})$ 1000 ppm dipipet sebanyak 100 ml ke dalam labu ukur 1000 ml dan di tepatkan dengan akuades hingga tanda batas.

Pembuatan Deret Larutan Standar Pb

Larutan standar 100 ppm dipipet ke dalam labu ukur 100 ml masing-masing 0,5 ; 1,0; 1,5; 2,0; dan 3 ml untuk membuat larutan standar 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 3 ppm.

Adsorpsi Pb oleh Arang Aktif dengan Variasi Waktu (Masitoh dan Sianita yang di modifikasi, 2013)

Masing-masing erlenmeyer dimasukkan arang yang telah diaktivasi dengan massa 1 g. Lalu ke dalam erlenmeyer ditambahkan dengan 50 ml larutan $\text{Pb}(\text{II})$ dengan konsentrasi 100 ppm dan diatur dengan pH 6. Variasi

waktu yang digunakan adalah 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Kemudian disaring menggunakan whatman no. 41 setelah itu filtratnya diukur dengan AAS (*atomic adsorption spectrofotometry*).

Adsorpsi Pb Oleh Arang Aktif dengan variasi pH (Safrianti dkk, 2012)

Larutan $\text{Pb}(\text{II})$ sebanyak 50 mL dengan konsentrasi 100 ppm ditambahkan dengan larutan HNO_3 atau NaOH untuk mengatur pH mulai dari pH 2, 4, 6, 8, dan pH 10. Kemudian, diinteraksikan dengan 1 g arang aktif kulit kopi dengan waktu kontak yang telah didapatkan dari prosedur sebelumnya. Kemudian disaring menggunakan whatman no. 41 setelah itu di sentrifuge dan filtratnya diukur dengan AAS (*atomic adsorption spectrofotometry*).

Penentuan Kapasitas Serapan Adsorben Kulit Kopi terhadap logam Pb (mg/g) (Alfiandy dkk, 2013)

Kapasitas adsorpsi ditentukan berdasarkan banyaknya zat terlarut yang teradsorpsi oleh setiap gram adsorben pada keadaan jenuh berdasarkan zat terlarut yang teradsorpsi oleh setiap gram adsorben. Perhitungan jumlah Pb yang teradsorpsi (mg/g) dilakukan dengan rumus :

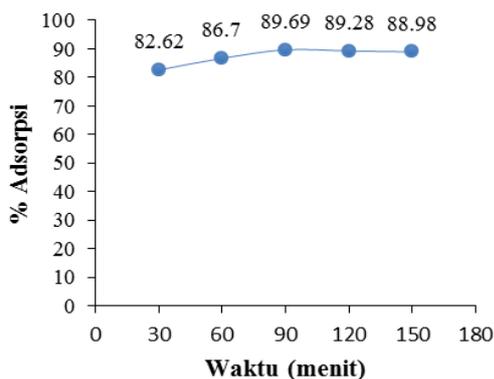
$$A = \frac{C_1 - C_2}{1000} \times V \times \frac{1}{B}$$

Dimana A adalah jumlah Pb yang teradsorpsi oleh arang aktif (mg/g), C_1 adalah konsentrasi Pb yang tersisa dalam filtrate (ppm), V adalah volume Pb yang digunakan (ml) dan B adalah berat arang aktif yang digunakan (g).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Kontak Maksimum Terhadap Penyerapan Ion Timbal (II)

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa persen adsorpsi tertinggi diperoleh pada waktu kontak maksimum 90 menit dengan jumlah persen adsorpsi mencapai 89,69%. Pengaruh waktu pada proses adsorpsi dapat mempengaruhi kapasitas serapan pada arang aktif. Karena, semakin lama waktu yang diberikan kepada partikel arang aktif untuk berinteraksi dengan adsorbat, maka semakin banyak pula adsorbat yang dapat teradsorpsi pada pori-pori arang aktif.



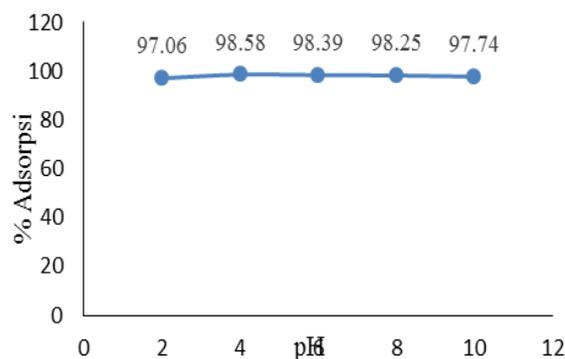
Gambar 1. Grafik hubungan waktu kontak terhadap % adsorpsi

Menurut Cheremenisof (1987) dan Khopkar (1990), daya serap dari adsorben sangat dipengaruhi oleh waktu kontak antara ion logam dengan adsorben. Semakin lama waktu kontak maka adsorpsi juga akan meningkat dan sampai pada waktu tertentu akan mencapai maksimum, setelah itu akan menurun kembali. Menurut Lestari (2010), waktu maksimal arang aktif dalam menyerap Pb tercapai bila terjadi peningkatan kadar

timbal yang teradsorpsi mencapai titik maksimalnya sehingga penambahan waktu kontak tidak akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pengurangan kadar timbal dalam sampel.

pH Maksimum Terhadap Penyerapan Ion Timbal (II)

Persen adsorpsi tertinggi diperoleh pada pH 4 dengan jumlah persen adsorpsi mencapai 98,58% (Gambar 2). Penentuan pengaruh pH juga merupakan parameter penting untuk menentukan kapasitas serapan yang diperoleh pada arang aktif kulit kopi terhadap ion logam dalam larutan.



Gambar 2. Grafik hubungan pH terhadap % adsorpsi

Semakin meningkat pH maka sifat campuran menjadi basa sehingga penyerapan ion logam semakin besar walaupun tidak signifikan dan menurun setelah pada pH tertentu. Persentase adsorpsi tertinggi terjadi pada pH 4 dan pada pH 6, 8 dan 10 mengalami penurunan seiring kenaikan pH menuju pada kondisi basa yang terdapat lebih banyak ion OH⁻ yang menyebabkan logam Pb yang cenderung membentuk Pb(OH)₂

yang mulai mengendap sehingga interaksi antara logam dengan permukaan arang aktif menjadi. Menurut Kristiyani (2012) dalam Dewi, dkk (2015), apabila pH larutan melewati pH maksimumnya yaitu pH 4,5 dan pH 5, penyerapan akan berkurang karena pada pH yang lebih tinggi terdapat lebih banyak ion OH^- .

Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Kopi Pada Waktu dan pH Maksimum

Dari data yang diperoleh pada waktu kontak maksimum, kapasitas adsorpsi arang kulit kopi meningkat dengan bertambahnya waktu yang diterapkan untuk berinteraksi dengan ion timbal(II). Tetapi, peningkatan yang terjadi pada waktu kontak dan pH maksimum tidak signifikan. Kapasitas adsorpsi yang diperoleh adalah 4,48 pada waktu kontak maksimum dan pada pH maksimum sebesar 4,93.

Peningkatan kapasitas adsorpsi disebabkan karena beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhinya antara lain adalah proses penambahan aktivator, waktu kontak, dan pH yang diterapkan. Largitte (2014) menyatakan, pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas penyerapan terhadap ion Pb (II) meningkat seiring dengan berjalannya waktu kontak yang diterapkan. Namun, pada saat mencapai titik maksimalnya dalam menyerap ion Pb(II) akan menurun. Penurunannya tidak terjadi secara signifikan. Sedangkan pada pH, penurunan kapasitas adsorpsi terjadi pada

pH menuju basa. Menurut Ghazy dan Er-Morsy (2009) dalam Darmayanti, dkk (2012), penurunan kapasitas adsorpsi pada pH yang lebih tinggi karena terjadinya hidrolisis menjadi PbOH^+ .

Penentuan kapasitas adsorpsi didasarkan banyaknya zat terlarut yang teradsorpsi oleh setiap gram adsorben pada keadaan jenuh berdasarkan zat terlarut yang teradsorpsi oleh setiap gram adsorben. Kapasitas adsorpsi dari suatu arang aktif didasarkan pada besarnya pori dari suatu arang aktif yang juga dipengaruhi oleh jenis pengaktivasi yang diberikan (Pari dan Sailah, 2001).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diambil kesimpulan bahwa waktu kontak maksimum arang aktif kulit biji kopi diperoleh pada waktu 90 menit dengan adsorpsi sebesar 89,69%. pH maksimum arang aktif kulit biji kopi diperoleh pada pH 4 dengan adsorpsi sebesar 98,58%. Kapasitas serapan arang yang diaktivasi menggunakan ZnCl_2 10% pada waktu maksimum 90 menit sebesar 4,48 mg/g dan pada pH maksimum 4 mencapai 4,93 mg/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiany, H., Bahri, S., & Nurakhirawati, N. (2013). Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb Dengan Beberapa Aktivator Asam. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 2(3).
- Badan Pusat Statistik. 2013. *Produksi Kopi*. Palu: BPS.

- Bansal R. C, M. Goyal. 2005. *Activated Carbon Adsorption*. Boca Raton: CRS Press.
- Budiarta, R. 2014. Uji Efektivitas Arang Aktif dari Kulit Biji Kopi sebagai Adsorben Ion Tombal (Pb) dan Ion cadmium (Cd). *Skripsi*. Jember: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember.
- Cheremenisof O. N. 1987. *Carbon Adsorption Hand Book*. Michigan: Science Publisher Inc.
- Departemen Pertanian. 2009. *Outlook Komoditas Pertanian (Perkebunan)*. Jakarta.
- Danarto YC, Samun T. 2008. Pengaruh Aktivasi Karbon dari Sekam Padi pada Proses Adsorpsi Logam Cr (IV). *Ekuilibrum*. 7(1) : 13-16.
- Darmayanti, Rahman N, Supriadi. 2012. Adsorpsi Timbal (Pb) Dan Zink (Zn) Dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (Biocharcoal) Kulit Pisang Kapok Berdasarkan Variasi pH. *J. Akad. Kim*, (14):159-165.
- Dewi S.M, Susatyo B.E, Susilaningih E. 2015. Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Pisang Raja untuk Menurunkan Kadar Ion Pb (II). *Indo. J. Chem*. 4(3):228-233.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2010. Volume dan Nilai Ekspor, Impor Indonesia. Jakarta.
- Jiang H, Tiangqiang L, Xuan H., Xiaoe Y, Zhenli H. 2012. Effect Of pH and Low Molecular Weight Organic Acids on Competitive Adsorption and Desorption Of Cadmium and Lead in Paddy Soils. *Environ Monit Asses* 184:6325-6335.
- Ketaren, S. 1987. *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Cetakan kesatu. penerbit Balai Pustaka Jakarta hal. 19-20, 286-299.
- Khopkar, S.M.1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik Edisi kedua*. Jakarta: UI Press.
- Largitte. 2014. *Removal of Lead from Aqueous Solutions By Adsorption* . (2014) 20:689-700 . Springer.
- Lestari, Winarti Puji. 2010. Pengaruh Penambahan Karbon Aktif Serbuk Gergaji Kayu Jati terhadap Penurunan Konsentrasi Surfaktan LAS (Linear Alkyl Benzene Sulphonate) pada Limbah Laundry. *Skripsi*. Surabaya: UNESA.
- Masitoh, F. Y., Sianita, B. M. M. Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Buah Coklat (*Theobroma Cacao L.*) sebagai Adsorben Logam Berat Cd (II) dalam Pelarut Air. *UNESA Journal of Chemistry*. 2(2): 23-28.
- Miranti, S. T. 2012. Pembuatan Karbon Aktif dari Bambu dengan Metode ativasi Terkontrol Menggunakan Activating Agent H₃PO₄ dan KOH. *Skripsi* Jakarta: Universitas Indonesia.
- Misran E. 2009. Pemanfaatan kulit coklat dan kopi sebagai adsorben ion Pb dalam larutan. *Jurnal Sigma*. 12 (1):1-7.
- Ni'mah Y L., Ulfin I. 2007. Penurunan Kadar Tembaga. Dalam Larutan dengan Menggunakan Biomassa Bulu Ayam. *Akta Kimindo*. 2(1):57-66.
- Parani K., Eyini M. 2010. Effect of Co-fungal Treatment on Biodegradation of Coffee Pulp Waste in Solid State Fermentation. *Asian Journal Experiment Biological Science*, 1(2):352-359.
- Pari G., Sailah I. 2001. Pembuatan Arang Aktif dari Sabut Kelapa Sawit dengan Bahan Pengaktif NH₄HCO₃ Dan (NH₄)₂CO₃ Dosis Rendah. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. 19(4): 231-244.
- Rahardjo, Pudji. 2012. *Kopi Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rahim,A. Y., Aqmaar, N. S., Dewi, S. R. D. 2010. ESR Study of Electron Trapped on Activated Carbon By

KOH and ZnCl₂ Activation. *Journal of Materials Science and Engineering*. 4: 21-25.

- Rahmawati, YD., Prasetyo., Rochmadi. 2010. Pengaruh Penambahan Zat Pendehidrasi terhadap Struktur Mikropori Material Karbon yang Dibuat dari Pirolisis Resin Phenol-tert Buthil Phenol-Formaldehid. *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. Yogyakarta, 26 Januari 2010. Hlm. J02-1 – J02-9.
- Safrianti I. Wahyuni N., Zaharah AT. 2012. Adsorpsi Timbal (II) Oleh Selulosa Limbah Jerami Padi Teraktivasi Asam Nitrat Pengaruh pH dan Waktu Kontak. *JKK*. 1(1):1-7.
- SNI. 1995. *Arang Aktif Teknis*. Standar Nasional Indonesia. SNI 06-3730-1995. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional:.
- Sudrajat R., Pari G. 2011. *Arang: Teknologi Pengolahan dan Masa Depan*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.