

PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI CANGKANG BUAH KARET DENGAN AKTIVATOR H_3PO_4 DAN APLIKASINYA SEBAGAI PENJERAP $Pb(II)$

Activated Carbon Production from Rubber Shell Using H_3PO_4 Activator and Its Application as $Pb(II)$ Adsorber

Joko Murtono, Iriany

Departemen Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara,
Jl. Almamater Kampus USU Medan, 20155 Indonesia

Email: murtono.joko2012@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan karbon aktif di Indonesia semakin meningkat seiring berkembangnya era industrialisasi. Jika ditinjau dari sumber daya alam di Indonesia, sangatlah mungkin kebutuhan karbon aktif dapat dipenuhi dengan produksi dari dalam negeri. Cangkang buah karet merupakan limbah padat yang sangat berpotensi untuk beragam kegunaan, diantaranya adalah untuk bahan baku pembuatan karbon aktif. Dalam penelitian ini, limbah cangkang buah karet tersebut diolah menjadi arang aktif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi aktivator asam fosfat terhadap karakteristik karbon aktif serta daya serap karbon aktif terhadap logam $Pb(II)$. Cangkang buah karet yang lolos pada ayakan 100 mesh diimpregnasi dengan aktivator asam fosfat (H_3PO_4) dengan rasio cangkang buah karet : asam fosfat (b:b) sebesar 1:2 dan variasi konsentrasi (H_3PO_4) sebesar 20%, 40%, dan 60% selama 1 jam. Setelah proses perendaman dengan asam tersebut, bahan dikarbonisasi di dalam furnace pada suhu $500^\circ C$ selama 1 jam. Analisa luas permukaan karbon aktif menggunakan alat Braunanear, Emmelt dan Teller dan konsentrasi hasil penjerapan logam $Pb(II)$ diukur dengan Spektroskopi Serapan Atom. Hasil penelitian menunjukkan karakteristik karbon aktif secara umum telah memenuhi Standar Nasional Indonesia. Karbon aktif hasil aktivasi asam fosfat dengan konsentrasi 20% mampu menghilangkan kadar ion $Pb(II)$ sebesar 74%.

Kata kunci: Cangkang buah karet, Karbon aktif, Konsentrasi asam fosfat, Penjerapan $Pb(II)$

Abstract

Activated carbon necessity in Indonesia was increasing along with the developments of the industrialization era. Based on natural product in Indonesia, probably activated carbon necessity could be guaranteed by domestic production. Rubber shells were solid waste which has potential for multiple uses such as raw materials for the manufacture of activated carbon. In this researched, rubber shells waste were processed into activated charcoal. The aim of this researched was to determine the effect of the concentration of phosphoric acid activator toward the characteristics of the activated carbon and activated carbon absorption capacity to $Pb(II)$. Shells rubber that passed by the of 100 mesh sieve was impregnated with phosphoric acid (H_3PO_4) as activator in the ratio fruit shells rubber: phosphoric acid (b:b) of 1:2 and varying concentrations of H_3PO_4 at 20%, 40%, and 60% for 1 hour. After immersion in the acid, then material was carbonized in a furnace at temperature $500^\circ C$ for 1 hour. Surface area of activated carbon was analyzed by using Braunanear, Emmelt and Teller and concentration of adsorption of $Pb(II)$ was measured by Atomic Absorption Spectroscopy. The results showed the general characteristics of activated carbon comparable to the Indonesian National Standard. The largest adsorption capacity percentage 74% is obtained using Rubber shell activated carbon that activated by 20% phosphoric acid.

Keywords: Rubber shell, Activated carbon, Phosphoric acid concentration, $Pb(II)$ adsorption.

Pendahuluan

Adsorpsi merupakan proses yang menunjukkan kemampuan adsorbat untuk menempel pada bahan penjerap. Penerapan proses adsorpsi yaitu pada pemisahan polutan terlarut atau untuk mengambil kembali bahan yang bernilai memiliki nilai lebih namun berjumlah sedikit pada suatu campuran [5].

Penggunaan bahan-bahan lignoselulosa alami sebagai adsorben sangat baik untuk mengikat logam berat dari dalam larutan melalui langkah-langkah metabolisme atau kimia-fisika [2]. Karbon aktif dari bahan lignoselulosa, khususnya karbon aktif yang diproduksi dari limbah pertanian belum sepenuhnya termanfaatkan dan

tidak bernilai ekonomis, hal ini disebabkan belum adanya penanganan dan inovasi yang memberikan nilai lebih terhadap limbah pertanian tersebut.

Adapun standar karbon aktif menurut SNI dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Karbon Aktif (SNI) [13]

| Jenis Persyaratan Parameter | Parameter |
|-----------------------------|-----------|
| Kadar Air | Mak. 15 % |
| Kadar Abu | Mak. 10 % |
| Kadar Zat Menguap | Mak. 25 % |

Cangkang buah karet (*Hevea brasiliensis*) adalah jenis limbah pertanian yang menyebabkan masalah seperti pencemaran lingkungan di perkebunan karet [7]. Limbah hasil pertanian sebagai produk dan hasil samping dari pertanian dan pengolahan produk pertanian merupakan bahan baku melimpah yang dapat digunakan langsung atau diubah oleh proses kimia yang cukup sederhana untuk meningkatkan nilai dari segi ekonominya [8]. Cangkang buah karet memiliki kandungan lignin sebesar 21,60 dan Selulosa 61,04 %. Lignin dan selulosa adalah senyawa organik yang termasuk dalam golongan senyawa polimer. Polisakarida yang memiliki gugus -OH sehingga dapat digunakan sebagai karbon aktif [9].

Dari data di atas dapat diketahui cangkang buah karet merupakan bahan baku yang sangat potensial untuk dijadikan karbon aktif. Beberapa penelitian yang telah dilakukan, yaitu pembuatan karbon aktif dari cangkang kulit buah karet dengan aktivator H₃PO₄ 7%, 100 mesh [10]. Karbon aktif dari serbuk kayu karet menggunakan H₃PO₄ 60% sebagai agen aktivasi dengan rasio perbandingan 1; 1,5 dan 2 pada temperatur aktivasi 400 °C dan 500 °C [4].

Timbal dapat menyebabkan kerusakan parah pada sistem saraf, ginjal, otak dan sistem reproduksi bahkan pada tingkat mg/L. Ion logam timbal yang ada di air limbah dari berbagai industri seperti penyimpanan asam baterai, solder, lukisan, pigmen, pestisida, peleburan, pelapisan logam, pertambangan, dan pertanian. Oleh karena itu, pengembangan metode yang dapat diandalkan untuk menghilangkan Pb(II) dalam air menjadi penting supaya bahaya besar terhadap lingkungan dan organisme dapat dihindari [14].

Proses adsorpsi terhadap logam terutama logam Pb(II) telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti dengan melakukan variasi Ph dalam menjerap ion Pb(II), Zn(II) dan Fe(II) ion-logam berat [12].

Pada penelitian ini dibuat karbon aktif dari cangkang buah karet yang diaktivasi dengan asam fosfat untuk diaplikasikan dalam menjerap logam Pb(II).

Metodologi Penelitian

Bahan dan Alat

Pada penelitian ini bahan yang digunakan antara lain cangkang buah karet, asam fosfat (H₃PO₄), larutan logam Pb(II) dan aquades (H₂O). Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan kaca yang terdapat di laboratorium, peralatan pengujian yaitu BET, Spektrofotometer Serapan Atom, *furnace*, oven listrik, desikator, neraca digital, *hot plate*, dan *stirrer*.

Prosedur Penelitian

Proses Pembuatan Karbon Aktif

Cangkang buah karet dicuci hingga bersih dari debu dan partikel pengotor lainnya kemudian dikeringkan. Cangkang buah karet yang telah kering dikecilkan ukurannya menjadi 100 mesh.

Cangkang buah karet yang telah kering diimpregnasi selama 1 jam dengan H₃PO₄ 20%, 40% dan 60% pada suhu kamar, kemudian dikarbonisasi pada suhu 500 °C selama 1 jam. Karbon aktif didiamkan di dalam desikator lalu dicuci dengan aquades hingga karbon aktif memiliki pH mendekati 7. Karbon aktif ini dikeringkan dalam oven bersuhu 110 °C.

Percobaan Adsorpsi Logam Pb(II)

Percobaan adsorpsi untuk penjerapan Pb(II) dengan karbon aktif dilakukan menggunakan larutan logam 100 mg/L Pb(II). Karbon aktif dengan berat tertentu dimasukkan ke dalam erlemeyer yang berisi campuran Pb(II) 100 ppm, kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 3 jam. Konsentrasi akhir Pb(II) ditentukan dengan *atomic adsorption spectrophotometer* (AAS).

Analisis Yield Karbon Aktif

Sampel bahan baku dan karbon aktif diukur masing-masing massanya kemudian *yield* dihitung dengan persamaan (1) sebagai berikut:

$$Yield = \frac{A}{BB} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

A = berat karbon aktif (g)

BB = berat bahan baku awal (g)

Analisis Kadar Air

Karbon aktif ditimbang seberat 1 g dan dimasukkan ke dalam cawan porselin, setelah itu dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 3 jam, kemudian karbon aktif didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar air dapat dihitung dengan persamaan (2) sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{A-E}{A} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

dimana:

E = berat karbon aktif setelah dikeringkan (g)

Analisis Kadar Abu

Karbon aktif ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan porselin, kemudian dimasukkan ke dalam *furnace* pada suhu 600°C selama 3 jam, kemudian karbon aktif didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar abu dihitung dengan persamaan (3):

$$\text{Kadar abu} = \frac{D-F}{C-F} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

dimana:

F = berat wadah kosong (g)

C = berat wadah kosong dengan karbon aktif (g)

D = berat wadah dengan abu (g)

Analisis Kadar Zat Menguap

Karbon aktif ditimbang dan dimasukkan ke cawan porselin, kemudian dimasukkan ke dalam *furnace* pada suhu 950 °C selama 7 menit, kemudian karbon aktif didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar zat menguap dihitung dengan persamaan (4):

$$\text{Kadar Zat Menguap} = \frac{A-G}{A} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

dimana:

G = berat sampel setelah pemanasan (g)

Analisis Luas Permukaan dan Volume Pori Karbon Aktif

Luas permukaan dan volume pori karbon aktif dihitung dengan menggunakan peralatan Braunanear, Emmelt dan Teller (BET).

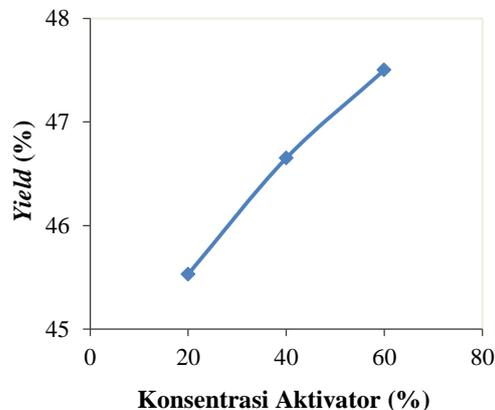
Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Yield Karbon Aktif

Pada penelitian ini pengaruh peningkatan konsentrasi aktivator asam fosfat terhadap *yield* karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 dapat dilihat *yield* yang dihasilkan cenderung meningkat seiring dengan semakin tingginya konsentrasi aktivator yang

digunakan untuk mengimpregnasi cangkang buah karet dengan rasio bahan : asam fosfat sebesar 1 : 2 (b:b). *Yield* tertinggi dimiliki karbon aktif yang dihasilkan dari aktivasi cangkang buah karet asam fosfat 60% yaitu sebesar 47,50%.

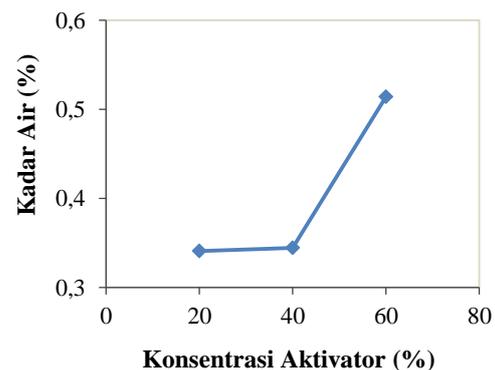


Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Yield Karbon Aktif

Penambahan konsentrasi aktivator H₃PO₄ dapat memperlambat oksidasi lanjutan sehingga selain berfungsi sebagai aktivator, H₃PO₄ juga berfungsi sebagai pelindung arang dari suhu yang tinggi [3].

Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Kadar Air Karbon Aktif

Gambar 2 menunjukkan pengaruh peningkatan konsentrasi aktivator asam fosfat terhadap kadar air karbon aktif.



Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Kadar Air Karbon Aktif

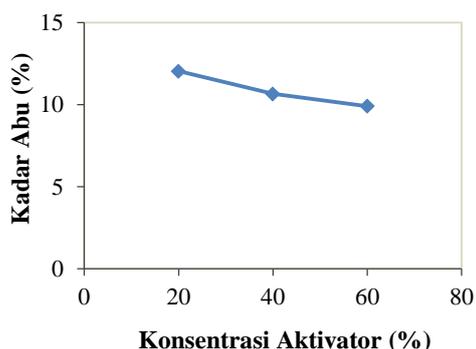
Pada Gambar 2 dapat dilihat kadar air karbon aktif meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi aktivator. Kadar air dari semua sampel karbon aktif telah memenuhi standar SNI yaitu kurang dari 15%. Kadar air terendah dimiliki oleh sampel karbon aktif yang

diimpregnasi dengan larutan H_3PO_4 20% sebesar 0,341%.

Peningkatan konsentrasi aktivator asam fosfat menyebabkan semakin besar pori yang terbentuk sehingga meningkatkan sifat higroskopis karbon aktif dan penyerapan air dari udara oleh karbon aktif [6].

Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Kadar Abu Karbon Aktif

Kadar abu pada karbon aktif menyatakan banyaknya mineral-mineral yang terdapat pada karbon aktif. Kadar abu karbon aktif yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.



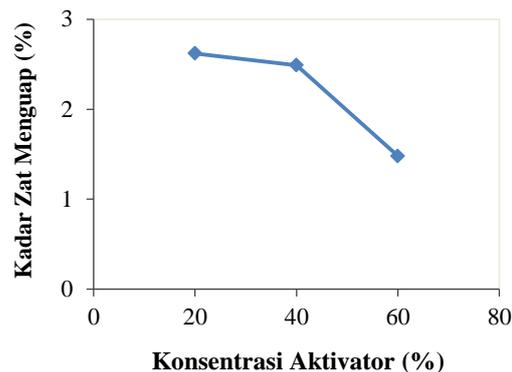
Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Kadar Abu Karbon Aktif

Pada Gambar 3 dapat dilihat semakin tinggi konsentrasi aktivator yang digunakan akan semakin rendah kadar abu karbon aktif. Sampel karbon aktif yang memenuhi standar SNI yaitu kurang dari 10% adalah karbon aktif hasil aktivasi cangkang buah karet dengan asam fosfat 60% yaitu sebesar 9,903%. Karbon aktif ini juga merupakan karbon aktif dengan kadar abu terendah.

Mineral-mineral yang terdapat pada bahan karbon aktif akan senantiasa melarut seiring meningkatnya konsentrasi asam sebagai aktivator [4]. Penurunan kadar abu karbon aktif dikarenakan bereaksinya aktivator dengan mineral-mineral kemudian akan hilang pada saat pencucian.

Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Kadar Zat Menguap Karbon Aktif

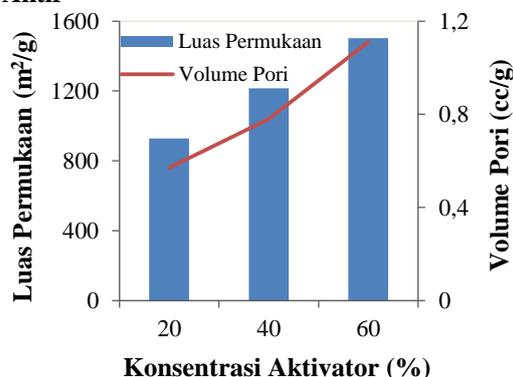
Gambar 4 menunjukkan pengaruh konsentrasi aktivator asam fosfat terhadap kadar zat menguap karbon aktif.



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Kadar Zat Menguap Karbon Aktif

Kecenderungan penurunan kadar zat menguap menunjukkan bahwa residu yang terdapat pada bahan karbon aktif menjadi semakin mudah menguap dikarenakan sangat kecil jumlahnya [6]. Dengan semakin pekatnya konsentrasi yang digunakan untuk aktivasi maka semakin banyak zat mudah menguap yang bereaksi dengan aktivator.

Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Luas permukaan dan Volume Pori Karbon Aktif



Gambar 5. Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Luas permukaan dan Volume Pori Karbon Aktif

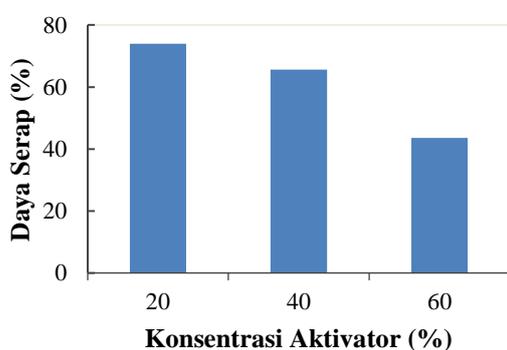
Pada Gambar 5 dapat dilihat luas permukaan dan volume pori karbon aktif yang dihasilkan meningkat seiring meningkatnya konsentrasi aktivator asam fosfat. Karbon aktif yang diimpregnasi pada konsentrasi aktivator 60% memiliki luas permukaan yang paling besar, yaitu $1502,84 m^2/g$ dan volume pori $1,11 cc/g$. Luas permukaan merupakan salah satu karakter fisik yang berhubungan langsung dengan kemampuan adsorpsi terhadap adsorbat yang akan dijerap. Peningkatan luas permukaan karbon aktif ini dikarenakan H_3PO_4 meresap ke dalam arang dan membuka permukaan yang mula-mula tertutup oleh komponen kimia

sehingga luas permukaan yang aktif bertambah besar [11]. Luas permukaan karbon aktif yang dibuat dari cangkang buah karet telah memenuhi luas permukaan minimal untuk menjadi adsorben yang efektif dan komersil.

Penentuan Jumlah Pb(II) Yang Terjerap Dalam Karbon Aktif

Perhitungan persentase penjerapan terhadap logam Pb(II) digunakan rumus perhitungan berikut:

$$\text{Persentase Penjerapan} = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100 \% \dots(5)$$



Gambar 6. Pengaruh Konsentrasi Aktivator terhadap Persentase Penjerapan Pb(II)

Gambar 6 menunjukkan karbon aktif hasil aktivasi asam fosfat 20% merupakan karbon aktif yang terbaik untuk menjerap Pb(II) ditandai dengan persentase penjerapan yang besar yaitu sebesar 74 %.

Semakin menurunnya daya jerap karbon aktif terhadap larutan Pb(II) dapat disebabkan karena ion logam memiliki ukuran jari-jari relatif kecil sehingga interaksi yang terjadi antara adsorbat dan karbon aktif yang terjadi akan dipengaruhi oleh jarak antar spesi yang ada [3]. Karbon aktif yang diaktivasi dengan asam fosfat konsentrasi 20% memiliki kemampuan penjerapan tertinggi, hal ini disebabkan ion logam masuk ke bagian *interlayer* dengan lebih mudah dan akan sulit terlepas saat dilakukan proses pengadukan. Terbentuknya ikatan yang lemah antara adsorben dan adsorbat menyebabkan terlepasnya ion logam Pb(II) saat dilakukan pengadukan, sehingga ukuran luas permukaan karbon aktif pada konsentrasi asam fosfat 20% lebih kuat dalam mengikat ion logam Pb(II) saat di lakukan pengadukan. Dari data hasil penjerapan logam Pb(II) dapat disimpulkan karbon aktif yang diaktivasi dengan asam fosfat

20% sangat layak untuk menjerap ion logam Pb(II).

Kesimpulan

Karakteristik karbon aktif yang diaktivasi dengan asam fosfat 20%, 40%, dan 60% berupa kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap sesuai dengan Standar nasional Indonesia (SNI), kecuali kadar abu yang diaktivasi dengan asam fosfat 20% dan 40% yang mempunyai kadar abu lebih dari 10% yaitu sebesar 12,034% dan 10,648%. Luas permukaan masing-masing karbon aktif telah memenuhi luas permukaan minimal untuk menjadi adsorben yang efektif dan komersil. Penjerapan ion logam Pb(II) menggunakan karbon aktif dari cangkang buah karet paling besar adalah pada karbon aktif yang diaktivasi asam fosfat 20% yaitu sebesar 74%.

Daftar Pustaka

- [1] A. Gani Haji, Pembuatan Arang Aktif dari Sampah Organik Padat dengan Aktivator Asam Fosfat. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, Banda Aceh, 2010.
- [2] Ashraf, Ma., Mohd. Mj., dan Yusoff, I, Study of Banana Peel (*Musa Sapientum*) as a Cationic Biosorben. *American-Eurasian J. Agric & Environ Sci*, 8, 7-17, 2010.
- [3] B. Asma Nufida, Nova Kurnia dan Yeti Kurniasih, Aktivasi Tanah Liat dari Tanak Awu Secara Asam dan Penggunaannya Sebagai Adsorben untuk Pemurnian Minyak Goreng Bekas. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 104-105, 2014.
- [4] C. Srinivasakannan dan Mohamad Zailani Abu Bakar, Production of Activated Carbon from Rubber Wood Sawdust. *Biomass and Bioenergy*, 27, 89-96, 2004.
- [5] Igwe, Jc., dan Abia, A.A., A Bioseparation Process for Removing Heavy Metals from Waste Water using Biosorbents. *African Journal of Biotechnology*, 5 1167-1179, 2006.
- [6] I. Subrada, Bambang Setiaji dan Iqmal Tahir, Activated Carbon Production from Coconut Shellwith (NH₄)HCO₃ Activator as an Adsorbent in Virgin Coconut Oil Purification. *Prosiding Seminar Nasional DIES ke-50*, FMIPA UGM, 2005.
- [7] K. Sun, Jian Chun Jiang, Preparation and Characterization of Activated Carbon from Rubber-Seed Shell by Physical Activation with Steam. *Biomass and Bioenergy*, 34, 539-544, 2010.
- [8] L. O. Ekebafé A, J.E. Imanah A, F.E. Okieimen, Effect of Carbonization on the Processing Characteristics of Rubber Seed

- Shell. *Arabian Journal of Chemistry*, 7, 1878-5352, 2012.
- [9] P. Yohanna Vinia Dewi, Mohammad Shodiq Ibnu dan Surjani Wonorahardjo, Karakterisasi dan Uji Kemampuan Serbuk Ampas Kelapa Asetat sebagai Adsorben Belerang Dioksida (SO_2), Jurusan Kimia, Universitas Negeri Malang, 2013.
- [10] R. Vinsiah, Andi Suharman, dan Desi, Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Kulit Buah Karet (*Hevea Brasilliensis*). *Skripsi*, Universitas Sriwijaya, Palembang, 2015.
- [11] R. Kurniawan, Musthofa Lutfi, dan Wahyunanto Agung N, Karakterisasi Luas Permukaan (Braunanear, Emmelt dan Teller) Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dan Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Aktivasi Asam Fosfat (H_3PO_4). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, Vol 2, No. 1, 15-20, 2014.
- [12] S. Zaharah Binti Sulaiman, Adsorption of Pb(II), Zn(II) and Fe(II) using Rubber Seed Shell. *Skripsi*, Faculty of Chemical and Natural Resources, Universiti Malaysia Pahang: Malaysia. 2012.
- [13] Standar Nasional Indonesia. 1995. Arang Aktif Teknis (SNI 06-370-1995). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Indonesia
- [14] S. Kumar Yadav, Dhruv Kumar Singh, dan Shishir Sinha, Chemical Carbonization of Papaya Seed Originated Charcoals for Sorption of Pb(II) from Aqueous Solution, *Journal of Environmental Chemical Engineering* 2, 9–19, 2014.