

PENGUNAAN AKTIVATOR H_3PO_4 DAN KOMBINASI H_3PO_4 - $NaHCO_3$ PADA AKTIVASI LOW-RANK COAL KALIMANTAN TIMUR

Yuli Patmawati¹ dan Alwathan²

Teknik kimia, Politeknik Negeri Samarinda^{1,2}

Email: alwatan@polnes.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh waktu aktivasi low-rank coal Kalimantan Timur menggunakan aktivator H_3PO_4 dan kombinasi H_3PO_4 - $NaHCO_3$ terhadap kualitas karbon aktif yang dihasilkan. Low-rank coal dengan ukuran -65 +100 mesh dikarbonisasi pada temperature 600°C selama 3 jam, kemudian setelah dingin diaktivasi menggunakan aktivator H_3PO_4 dan kombinasi H_3PO_4 - $NaHCO_3$ konsentrasi 2,5 M selama 2, 4 dan 6 jam. Selanjutnya dilakukan analisa pengujian karbon aktif sesuai dengan syarat mutu Standar Nasional Indonesia SNI 06-3730-1995 mencakup kadar air, kadar abu, volatile matter, fixed carbon dan daya jerap iodine. Aktivasi low-rank coal menggunakan kombinasi H_3PO_4 - $NaHCO_3$ memberikan hasil terbaik pada waktu aktivasi 6 jam menghasilkan karbon aktif dengan kadar air 3,50 %, kadar abu 14,91 %, volatile matter 9,81 %, fixed carbon 71,78 % dan daya jerap iodine sebesar 505,01 mg/gr. Meskipun daya jerap iodine yang dihasilkan belum memenuhi standar SNI 06-3730-1995 namun aktivasi low-rank coal Kalimantan Timur menggunakan kombinasi H_3PO_4 - $NaHCO_3$ telah mampu meningkatkan daya jerap iodine low-rank coal dari 215,751 mg/gr menjadi 505,01 mg/gr.

Kata Kunci: Aktivasi, Aktivator, Daya Jerap Iodine, Karbon Aktif, Low-Rank Coal.

INDONESIAN JOURNAL OF FUNDAMENTAL SCIENCES (IJFS)

E-ISSN: 2621-6728

P-ISSN: 2621-671X

Submitted: December 12th, 2018

Accepted : February, 17th, 2019

Abstract. This article discusses the activation process of low-rank coal East Kalimantan use activator H_3PO_4 and combination H_3PO_4 - $NaHCO_3$ to determine the effect of activation time on the quality of the activated carbon produced. Low rank coal which has been prepared -65 +100 mesh is carbonized at 600°C for 3 h, then after cold it was activated using 2.5 M concentration of H_3PO_4 and combination H_3PO_4 - $NaHCO_3$ for 2, 4 and 6 h. Furthermore, an analysis of activated carbon in according to the quality requirements of the Indonesian National Standard (SNI 06-3730-1995) was carried out including moisture content, ash content, volatile matter, fixed carbon and iodine absorption number. Activation of low-rank coal using a combination of H_3PO_4 - $NaHCO_3$ gave the best results at 6 h of activation with the characteristics of activated carbon such as moisture content, ash content, volatile matter, fixed carbon and iodine absorption number respectively as follows 3.50%, 14.91%, 9.81%, 71.78% and 505.01 mg/gr. Even though the ash content and iodine absorption number was still not fulfilling with SNI 06-3730-1995, but the activation of low-rank coal using a combination H_3PO_4 - $NaHCO_3$ activators have been increased iodine absorption number from 215.751 mg/gr to 505.01 mg/gr.

PENDAHULUAN

Karbon aktif merupakan adsorben yang sangat dibutuhkan dalam proses industri, antara lain industri obat-obatan, makanan, minuman, pengolahan air dan lain-lain (Rahim & Indriyani, 2010). Kebutuhan karbon aktif untuk industri dalam negeri maupun untuk ekspor saat ini cukup tinggi. Hal ini ditunjukkan dengan bertambahnya jumlah perusahaan produsen karbon aktif di Indonesia, dari 13 perusahaan pada tahun 2000 menjadi 19 perusahaan pada tahun 2006 (BPS Kaltim, 2015). Berdasarkan data dari BPS tahun 2012 kebutuhan karbon aktif dalam negeri mencapai 35.942ton/tahun (BPS Kaltim, 2016). Kandungan yang terdapat pada *low-rank coal* (lignit) berupa unsur-unsur karbon (C) 69%, hidrogen (H) 5,5%, nitrogen (N) 25%, dan oksigen (O) 0,5% serta kandungan air antara 20-45 % dan nilai bakar 3056-4611 kal/gram (Sukandarrumidi, 2004). Salah satu cara pemanfaatan *low-rank coal* yaitu dengan mengolahnya menjadi karbon aktif. Secara umum, proses pembuatan karbon aktif terdiri dari proses karbonisasi pirolitik bahan dasar serta proses aktivasi dengan aktivasi fisika maupun kimia. Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap karbon yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga karbon mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Shawabkeh dkk, 2014). Pembuatan karbon aktif dari *low-rank coal* telah banyak dilakukan dengan berbagai bahan/reagen aktivator baik yang bersifat basa, asam maupun garam diantaranya NaOH, HCl, $CaCl_2$, $Ca(OH)_2$, NaCl, $MgCl_2$, HNO_3 , HCl, $Ca_3(PO_4)_2$, H_3PO_4 , $ZnCl_2$, dan sebagainya. Kapasitas adsorpsi karbon aktif merupakan sifat yang sangat penting disebabkan sifat ini menentukan berapa banyak zat yang dapat diserap (diadsorpsi) per gram karbon. Pemilihan jenis aktivator pada aktivasi *low-rank coal* mempengaruhi struktur mikropori, luas permukaan spesifik dan volume pori karbon aktif yang terbentuk.^[1]Karbon aktif dijual dengan harga yang cukup tinggi bila kapasitas adsorpsinya besar. Persyaratan mutu karbon aktif berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730-1995) dengan kadar air maks. 15%, kadar abu maks.10%, *volatile matter* maks.25%, *fixed carbon* min.65% dan daya jerap iodine min.750 mg/gr (Departemen Perindustrian dan Perdagangan, 2003).

Penelitian yang dilakukan Rahim dan Indriyani menggunakan larutan aktivator NaOH 5% berat menghasilkan karbon aktif yang telah memenuhi Standar Industri Indonesia (SII 0258-79) meskipun kadar abu masih di atas standar. Penelitian lain adalah pembuatan karbon aktif dari bahan kayu sengon dengan aktivasi kimia menggunakan larutan aktivator NH_4HCO_3 variasi konsentrasi 0 ; 0,5 ; 1 ; 3 ; 5 dan 10% berat menghasilkan karbon aktif dengan kadar air 6,39%, kadar abu 9,15%, *volatile matter* 8,81, *fixed carbon* 82,04% dan daya serap terhadap iodine 1154,4 mg/gr.

Sementara itu penelitian dengan aktivasi kimia batubara bituminous menggunakan kombinasi larutan aktivator H_3PO_4 - NH_4HCO_3 (konsentrasi 2 M – 2,5 M) selama 8 jam yang dilanjutkan dengan aktivasi fisika menghasilkan karbon aktif dengan kadar air 7,5%, kadar abu 9%, *volatile matter* 43,3%, *fixed carbon* 40,2% dan peningkatan daya serap terhadap iodine sebesar 1172,56 – 1238,54 mg/gr (Kusdarini

dkk., 2017). Pada penelitian ini dilakukan proses aktivasi *low-rank coal* Kalimantan Timur menggunakan aktivator H_3PO_4 dan kombinasi H_3PO_4 - NaHCO_3 tanpa disertai aktivasi fisika untuk menentukan pengaruh waktu aktivasi *low-rank coal* Kalimantan Timur menggunakan aktivator H_3PO_4 dan kombinasi H_3PO_4 - NaHCO_3 terhadap kualitas karbon aktif yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Bahan baku *low-rank coal* diperoleh dari PT. Tribhakti Inspektama, larutan aktivator H_3PO_4 dan H_3PO_4 - NaHCO_3 , aquades dan bahan analisa lainnya (NaOH , Amilum, Natrium tiosulfat, Iodium) diperoleh dari Laboratorium Kimia Dasar Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda dimana penelitian ini dilaksanakan. *Low-rank coal* yang telah dipreparasi dengan ukuran -65 +100 mesh dikarbonisasi pada temperature 600°C selama 3 jam, kemudian setelah dingin diaktivasi menggunakan aktivator tunggal H_3PO_4 dan kombinasi aktivator H_3PO_4 - NH_4HCO_3 konsentrasi 2,5 M selama 2, 4 dan 6 jam. Selanjutnya dilakukan analisa pengujian karbon aktif sesuai dengan syarat mutu Standar Nasional Indonesia SNI 06-3730-1995 mencakup kadar air, kadar abu, volatile matter, *fixed carbon* dan daya jerap iodine.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Low-rank coal yang akan diolah menjadi karbon aktif ditentukan parameter kadar air, kadar abu, volatile matter, *fixed carbon* dan daya jerap iodine. Hasil analisa awal *low-rank coal* disajikan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Analisa Proksimate dan Daya Jerap Iodine Low-Rank Coal

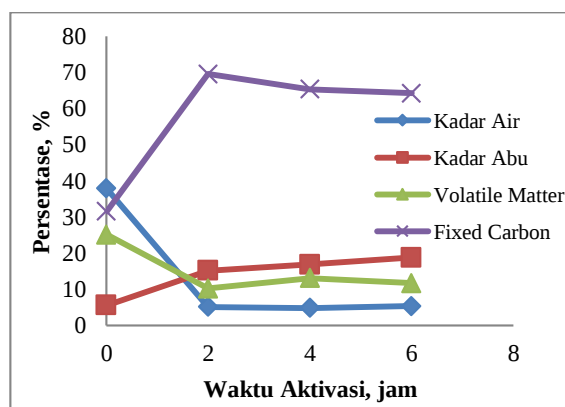
Parameter	Hasil Analisa
Volatile Matter	25,06 %
Kadar air	37,86 %
Kadar abu	5,53 %
Kadar Karbon Terikat	31,55 %
Daya jerap I_2	215,751 mg/gr
Nilai Kalor	3665 kal/gr

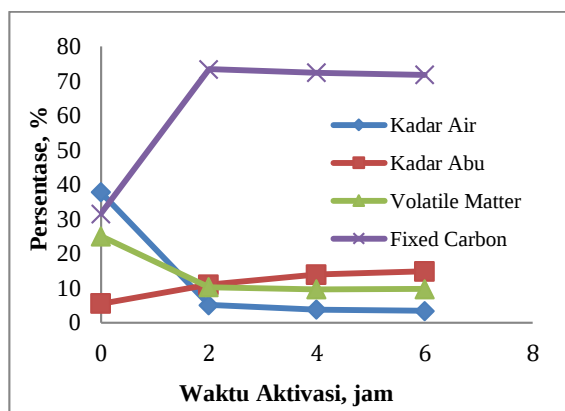
Tabel 1 menunjukkan batubara yang digunakan sebagai bahan baku karbon aktif merupakan *low-rank coal*.

Tabel 2. Analisa Hasil Aktivasi Low-rank Coal Menggunakan Aktivator H_3PO_4 dan Kombinasi H_3PO_4 - $NaHCO_3$

Parameter%	Waktu Aktivasi					
	H_3PO_4			H_3PO_4 - $NaHCO_3$		
	2	4	6	2	4	6
Volatile Matter	10,21	13,03	11,68	10,36	9,71	9,81
Kadar air	5,09	4,8	5,31	5,15	3,89	3,50
Kadar abu	15,13	16,8	18,78	11,07	13,98	14,91
Fixed Carbon	69,57	65,37	64,23	73,42	72,42	71,78
Daya jerap I_2	443,8	453,6	462,7	479,1	492,1	505,0

Pengaruh waktu aktivasi terhadap kualitas karbon aktif yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3

Gambar 1. Analisa Proksimat Karbon Aktif vs Waktu Aktivasi Low-Rank Coal Menggunakan Aktivator H_3PO_4



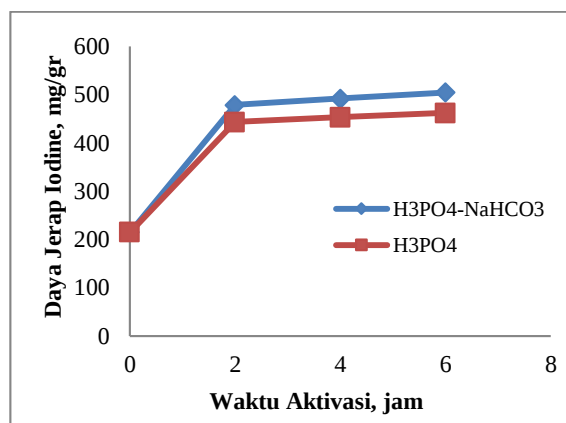
Gambar 2. Analisa Proksimat Karbon Aktif vs Waktu Aktivasi Low-Rank Coal Menggunakan Aktivator $H_3PO_4 - NaHCO_3$

Kadar air - jumlah air yang dilepaskan ketika sampel batubara dipanaskan pada kondisi tertentu. Gambar 1 dan 2 menunjukkan hasil analisis *low-rank coal* yang telah diaktifkan di mana semakin lama waktu aktivasi kadar air mengalami penurunan dari 37,86% menjadi 5,09% pada aktivasi menggunakan aktivator H_3PO_4 dan 3,5% menggunakan kombinasi $H_3PO_4 - NaHCO_3$. Kadar air ini dicapai pada waktu aktivasi 6 jam. Kadar air pada karbon aktif yang di peroleh telah memenuhi standar SNI 06-3730-1995.

Volatile Matter - bagian dari batubara yang dilepaskan sebagai gas dan cairan yang mudah menguap ketika dipanaskan tanpa adanya udara pada kondisi tertentu. Dalam penelitian ini waktu aktivasi *low-rank coal* tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *volatile matter*. Hal ini dapat dilihat dari Gambar 1 dan 2 dimana nilai *volatile matter* berfluktuasi dan tidak menunjukkan kecenderungan tertentu. Secara teoritis semakin lama waktu aktivasi kimia maka semakin kecil persentase *volatile matter* yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan gas-gas seperti H_2 , CO_2 , CH_4 yang awalnya terperangkap pada karbon aktif dapat terlepas lebih banyak. Nilai *volatile matter* yang diperoleh telah memenuhi standar SNI 06-3730-1995.

Kadar Abu - residu anorganik yang tersisa setelah sampel batubara terbakar habis. Umumnya terdiri dari senyawa SiO_2 , Al, Fe, Ca, Mg, dan lain-lain. Abu dapat berubah dari bahan mineral yang ada di dalam batubara sebelum dibakar. Dari Gambar 1 dan 2 terlihat bahwa kadar abu yang diperoleh belum memenuhi standar SNI 06-3730-1995 yaitu maks 10%. Peningkatan kadar abu terjadi karena adanya unsur alkali yang diserap di dalam pori-pori *low-rank coal* selama perendaman dengan aktivator H_3PO_4 dan kombinasi $H_3PO_4 - NaHCO_3$ yang membentuk silikat dari unsur alkali.

Fixed Carbon - sisa bahan organik setelah bahan mudah menguap dan kelembaban telah dilepaskan dari sampel batubara. *Fixed Carbon* tersusun dari karbon dengan jumlah H, N, dan S lebih rendah. *Fixed Carbon* dapat digunakan untuk memperkirakan nilai kalor batubara. Aktivasi *low-rank coal* menggunakan aktivator H_3PO_4 dan kombinasi $H_3PO_4 - NaHCO_3$ telah berhasil meningkatkan *fixed carbon* dari 31,55% menjadi 64,23% -73,42%.



Gambar 3. Daya Jerap Iodine vs Waktu Aktivasi Low-Rank Coal dengan Aktivator H_3PO_4 dan Kombinasi H_3PO_4 - $NaHCO_3$

Daya Jerap Iodine - mencerminkan kinerja adsorpsi karbon aktif, seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Semakin lama waktu aktivasi, nilai daya jerap iodine juga semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena pori-pori karbon aktif yang terbuka lebar akibat pecahnya ikatan hidrokarbon. Daya Jerap Iodine meningkat dari 215,751 mg/gr menjadi 462,7 (menggunakan aktivator H_3PO_4) dan 505,0 mg/gr (menggunakan aktivator H_3PO_4 - $NaHCO_3$) pada waktu aktivasi 6 jam. Nilai daya jerap iodine yang diperoleh belum memenuhi standar SNI 06-3730-1995

KESIMPULAN

1. Penggunaan kombinasi H_3PO_4 - $NaHCO_3$ pada aktivasi *low-rank coal* Kalimantan Timur menghasilkan karbon aktif dengan kualitas lebih baik dibandingkan aktivator H_3PO_4 .
2. Aktivasi *low-rank coal* menggunakan kombinasi H_3PO_4 - $NaHCO_3$ memberikan hasil terbaik pada waktu aktivasi 6 jam menghasilkan karbon aktif dengan kadar air 3,50%, kadar abu 14,91%, volatile matter 9,81%, fixed carbon 71,78% dan daya jerap iodine sebesar 505,01 mg/gr.
3. Nilai kadar abu dan daya jerap iodine karbon aktif yang dihasilkan belum memenuhi SNI 06-3730-1995

DAFTAR PUSTAKA

- Bilal Khalid et.al. (2016). Effects of KOH Activation on Surface Area, Porosity and Desalination Performance of Coconut Carbon Electrodes. *Desalination and Water Treatment Journal* 57, 2195–2202
- BPS Kaltim. (2015). Statistik Daerah Provinsi Kalimantan Timur. <http://kaltim.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/84>
- BPS Kaltim. (2016). Produksi batubara, emas, dan perak, 2008 2013, 31 Agustus <http://kaltim.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/84>
- Departemen Perindustrian dan Perdagangan. (2003). Syarat Mutu dan Uji Arang Aktif SNI No. 06-3730-1995. Balai Perindustrian dan Perdagangan

- Kusdarini, E ; Budianto, A dan Ghafarunnisa. (2017). Produksi Karbon Aktif dari Batubara Bituminus dengan Aktivasi Tunggal H_3PO_4 , Kombinasi $\text{H}_3\text{PO}_4\text{-NH}_4\text{HCO}_3$, dan Termal. *Jurnal Reaktor UNDIP*.
- Rahim, M dan Indriyani, O. (2010). Pembuatan Karbon Aktif dari Batubara Peringkat Rendah. *Jurnal Teknologi Media Perspektif Politeknik Negeri Samarinda*.
- Shawabkeh, R.A ; Al-Harthi and Al-Ghamdi. (2014). The Synthesis and Characterization of Microporous, High Surface Area Activated Carbon from Palm Seeds. *Energy Sources, Part A*, 36:93–103
- Speight, J.G. (1994). *The Chemistry and Technology of Coal*. Marcel Dekker, Inc, New York.
- Sukandarrumidi. (2004). *Batubara dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.