

PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR H_3PO_4 TERHADAP KARAKTERISTIK KARBON AKTIF DARI BATUBARA LIGNIT KALIMANTAN TIMUR

Yuli Patmawati¹⁾, Marinda Rahim²⁾, Fitriyana³⁾, Muh.Irwan⁴⁾, Alwathan⁵⁾
dan Rizki Abed Nego⁶⁾

^{1,2,3,4,5,6}Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda, Jln.Ciptomangunkusumo,
Samarinda, 75131
E-mail: yulipatmawati@polnes.ac.id

Abstract

According to the Ministry of Energy and Mineral resources of coal production in East Kalimantan (2018), it reached 244,718,585.87 tonnes, of which 29.4% were low-rank coal deposits (Sub-bituminous and Lignite). The estimated number of lignite coal production in East Kalimantan was 71,947,264.25 tonnes. Lignite coal has less economical value due to its sulfur content and high ash content. Nevertheless, lignite is potentially utilized as active carbon because it has a fixed carbon content of 25-30%. This review paper aims to determine the effect of H_3PO_4 activator concentration on the characteristic of activated carbon (in form of ash content and iodine adsorption number) produced from low-rank coal in East Kalimantan. There were two national journals and one international journal selected for review and all of the journals has investigate the effect of H_3PO_4 activator concentration on ash content and iodine adsorption number. Based on the review of the three journals, it can be interpreted that 30% concentration of activator H_3PO_4 is recommended to produce activated carbon in accordance with the standard SNI 06-3730-1995.

Keywords: Activated carbon, activator, lignite, low-rank coal.

Abstrak

Menurut Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral, produksi batubara di Kalimantan Timur (2018), mencapai 244.718.585,87 ton, dimana 29,4% merupakan cadangan batubara peringkat rendah (Sub-bituminous dan Lignite). Diperkirakan jumlah produksi batubara lignit di Kalimantan Timur sebanyak 71.947.264,25 ton. Batubara lignit kurang memiliki nilai ekonomis mengingat kandungan sulfur dan kadar abu yang tinggi. Meskipun demikian, lignit sangat berpotensi dimanfaatkan menjadi karbon aktif karena mempunyai kandungan fixed carbon 25-30%. Review paper ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi aktivator H_3PO_4 terhadap karakteristik karbon aktif (berupa kadar abu dan daya jerap iod) yang dihasilkan dari batubara peringkat rendah Kalimantan Timur. Review paper ini bersumber dari dua jurnal nasional dan satu jurnal internasional yang telah meneliti pengaruh konsentrasi aktivator H_3PO_4 terhadap kadar abu dan daya jerap iod. Berdasarkan review dari ketiga jurnal tersebut dapat diinterpretasikan bahwa konsentrasi aktivator H_3PO_4 yang direkomendasikan untuk menghasilkan karbon aktif sesuai dengan standar SNI 06-3730-1995 adalah aktivator H_3PO_4 dengan konsentrasi 30%.

Kata Kunci: Aktivator, batubara, karbon aktif, lignit.

PENDAHULUAN

Berdasarkan data Dinas ESDM KALTIM 2019 produksi batubara di Kalimantan Timur pada tahun 2018 mencapai 244.718.585,87 ton, dimana 29,4% merupakan

cadangan batubara peringkat rendah (*sub-bituminous dan lignite*) (Dudley, 2019).

Sebagian besar sektor industri lebih cenderung menggunakan batubara dengan nilai kalor tinggi (Suharyati dkk., 2019). Hal ini menunjukkan bahwa batubara peringkat rendah/lignit masih minim diminati dan digunakan oleh industri. Batubara lignit memiliki komposisi nilai kalor kurang dari 5.250 kkal/kg, kandungan air 25-45%, kandungan zat terbang 24-32%, kandungan karbon padat 25-30% dan kandungan abu 3-15%. Kadar *fixed carbon* yang cukup tinggi pada batubara lignit, yaitu sekitar 27% mendorong berkembangnya gagasan untuk memanfaatkan bahan ini menjadi karbon aktif.

Seiring pertumbuhan industri, maka permintaan penyediaan karbon aktif meningkat pula. Secara komersil karbon aktif banyak dibuat dari arang tempurung kelapa, kayu, kulit kacang, gambut, tempurung kelapa sawit, serbuk gergaji, kulit kemiri dan batubara (Ningrum dkk, 2002 dalam Patmawati dan Kurniawan, 2017). Salah satu bahan baku karbon aktif yang potensial untuk dikembangkan pada saat ini di Indonesia adalah batubara peringkat rendah/lignit.

Penelitian mengenai pembuatan karbon aktif yang terbuat dari batubara lignit oleh Patmawati dan Kurniawan (2017) dengan variasi waktu aktivasi fisika 60, 90, 120, 150, dan 180 menit dengan suhu 800°C diperoleh hasil terbaik pada waktu aktivasi 150 menit dengan kadar air, kadar abu, *volatile matter* dan daya jerap terhadap iod berturut turut 0,64%; 13,74%; 12,42% dan 46,75%. Pada penelitian Patmawati dan Alwathan, (2019) telah melakukan penelitian pembuatan karbon aktif batubara *low-rank coal* dengan variasi waktu aktivasi kimia 2, 4, 6 jam menggunakan aktivator H₃PO₄ 2,5 M dan kombinasi H₃PO₄ 2,5 M - NaHCO₃ 2,5 M. Hasil terbaik dari penelitian ini adalah aktivator kombinasi H₃PO₄-NaHCO₃ dengan waktu aktivasi selama 6 jam menghasilkan kadar air 3,50%, kadar abu 14,91%, *volatile matter* 9,81%, *fixed carbon* 71,78% dan daya jerap iod sebesar 505,01 mg/gr.

Penelitian yang dilakukan Patmawati dan Kurniawan (2017) serta Patmawati dan Alwathan (2019), nilai kadar abu dan daya jerap iod yang diperoleh masih belum memenuhi standar karbon aktif SNI No. 06-3730-1995, dimana kadar abu masih diatas

10% dan daya jerap iod masih dibawah 750 mg/g. Untuk memperbaiki hasil produk karbon aktif tersebut dapat dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi aktivator H_3PO_4 .

Menurut penelitian Kusdarini dkk. (2017), nilai daya jerap iod dipengaruhi oleh konsentrasi aktivator. Semakin tinggi konsentrasi aktivator maka kemampuan untuk mengikat senyawa-senyawa tar keluar melewati rongga atau pori-pori dari karbon aktif semakin besar, sehingga volume pori menjadi semakin luas. Dengan demikian daya jerapnya semakin besar pula (Sani, 2011).

Review paper ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi aktivator H_3PO_4 terhadap karakteristik karbon aktif berupa kadar abu dan daya jerap iod yang dihasilkan dari batubara peringkat rendah Kalimantan Timur.

METODE REVIEW

Review paper ini menggunakan 3 sumber literasi (terdiri dari dua jurnal nasional dan satu jurnal internasional) terkait penelitian pengaruh konsentrasi aktivator H_3PO_4 terhadap karakteristik karbon aktif dari batubara peringkat rendah/lignit Kalimantan Timur. Setiap jurnal direview untuk memperoleh penjelasan bagaimana pengaruh konsentrasi H_3PO_4 terhadap karakteristik karbon aktif dari batubara peringkat rendah/lignit yang dihasilkan. Selanjutnya hasil tersebut dibandingkan dengan standar karbon aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995.

REVIEW PAPER

Haspiadi telah melakukan penelitian pemanfaatan batubara kotor (*dirty coal*) menjadi karbon aktif dengan variasi konsentrasi aktivator H_3PO_4 yaitu 0%, 15%, 20%, 25%, 30%. Hasil yang diperoleh disajikan dalam Tabel 1 berikut :

Tabel 1
Pengaruh Konsentrasi Aktivator H_3PO_4 terhadap Kadar Abu dan Daya Jerap Iod

Konsentrasi H_3PO_4 (%)	Daya jerap terhadap larutan I_2 (mg/g)	Kadar abu (%)	Suhu Karbonisasi ($^{\circ}C$)	Waktu Karbonisasi (Jam)
0	366,81	14,86		
15	560,76	14,76		
20	598,62	15,04	800	2
25	804,56	13,41		
30	940,02	13,19		
SNI 06 - 3730 – 1995	Min. 750 (mg/g)	Maks. 10 (%)		

Penelitian yang dilakukan oleh Haspiadi (2010) menggunakan bahan baku yang bersumber dari batubara kotor yang diperoleh dari tambang batubara di Kab. Kutai Kartanegara, dimana kandungan karbon yang terkandung didalamnya sebesar 40-80 %. Pengaruh konsentrasi aktivator H_3PO_4 terhadap kadar abu dapat dilihat pada Tabel 1, dimana kecenderungan kadar abu menurun semakin tingginya konsentrasi aktivator, walaupun pada konsentrasi aktivator 20% mengalami kenaikan. Peningkatan kadar abu terjadi karena adanya senyawa P_2O_5 yang terbentuk akibat perendaman dengan aktivator H_3PO_4 yang menutup pori-pori karbon aktif sehingga mengalami kenaikan kadar abu, namun pada konsentrasi 25% dan 30 % kadar abu kembali mengalami penurunan. Penurunan tersebut terjadi akibat konsentrasi aktivator yang semakin tinggi membuat peningkatan daya larut aktivator terhadap mineral-mineral yang terdapat pada bahan baku, sehingga kadar abu yang terdapat dalam pori-pori karbon aktif semakin berkurang (Zulfadhli & Iriany, 2017). Hasil terbaik didapatkan pada konsentrasi 30% sebesar 13,19 %. Kadar abu pada penelitian ini masih cukup tinggi dibandingkan dengan standar kadar abu karbon aktif SNI 06-3730-1995 sebesar maksimal 10%, hal ini disebabkan oleh tingginya kadar abu dari bahan batubara kotor yaitu sebesar 10,59%.

Pada Tabel 1, terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator maka nilai daya jerap iodnya semakin tinggi pula. Hal ini disebabkan karena H_3PO_4 sebagai *activating agent* akan bereaksi dengan karbon dan merusak bagian dalam karbon sehingga membentuk pori-pori yang semakin banyak. Dengan semakin tinggi konsentrasi H_3PO_4 akan menghasilkan struktur mesopori yang mempunyai luas permukaan dan volume

pori yang besar (Baquero, et al. 2003 dalam (Apyanti, 2016). Selain itu pengotor-pengotor yang mulanya terdapat pada bagian pori dan menutupi pori akan berkurang sehingga memperluas permukaan karbon aktif dan besar. Semakin besar luas permukaan karbon aktif maka semakin besar kemampuan adsorpsi karbon aktif (Sulaiman dkk., 2017). Daya jerap iod terbesar diperoleh pada konsentrasi 30% sebesar 940,02 mg/g. Hasil ini memenuhi standar karbon aktif SNI 06-3730-1995 dimana daya jerap iod minimum yaitu 750 mg/g.

Adib et al, telah melakukan penelitian *Effect of Phosphoric Acid Concentration on the Characteristics of Sugarcane Bagasse Activated Carbon* dengan variasi konsentrasi aktivator H_3PO_4 5%, 10%, 20%, 30%. Bahan baku yang digunakan adalah *sugarcane bagasse*. Hasil yang diperoleh disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 2
Pengaruh Konsentrasi Aktivator H_3PO_4 terhadap Kadar Abu dan Daya Jerap Iod

Konsentrasi H_3PO_4 (%)	Daya jerap terhadap larutan I_2 (mg/g)	Kadar abu (%)	Suhu Karbonisasi ($^{\circ}C$)	Waktu Karbonisasi (Jam)
5	770,38	5,34	500	2
10	799,15	7,54		
20	658,5	4,89		
30	974,96	4,35		
SNI 06 - 3730 - 1995	Min. 750 (mg/g)	Maks. 10 (%)		

Berdasarkan Tabel 2 dapat diamati pengaruh konsentrasi aktivator H_3PO_4 terhadap kadar abu. Kadar abu cenderung menurun dengan semakin tingginya konsentrasi aktivator, walaupun pada konsentrasi aktivator 10% mengalami kenaikan namun pada konsentrasi 20% dan 30 % mengalami penurunan kembali. Hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi 30% dengan kadar abu 4,35%, telah memenuhi standar karbon aktif SNI 06 -3730-1995 sebesar maksimal 10%.

Pengaruh konsentrasi aktivator H_3PO_4 terhadap daya jerap iod dapat diamati pada Tabel 2, dimana semakin tinggi konsentrasi H_3PO_4 yang digunakan pada saat aktivasi maka daya jerap yang dihasilkan karbon aktif akan meningkat. Hal ini disebabkan

semakin tinggi konsentrasi H_3PO_4 maka pori-pori dari karbon aktif semakin besar sehingga daya serap yang dihasilkan juga semakin besar (Meilianti, 2018). Daya jerap iod terbaik diperoleh pada konsentrasi aktivator 30 % sebesar 974,96 mg/g. Nilai ini telah sesuai dengan standar karbon aktif SNI 06-3730-1995 sebesar min 750 mg/g.

Pratiwi (2014) telah melakukan penelitian pembuatan karbon aktif dari cangkang sawit dengan variasi konsentrasi aktivator H_3PO_4 10 %, 15%, 20%, 25%. Hasil yang diperoleh disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3
Pengaruh Konsentrasi Aktivator H_3PO_4 terhadap Kadar Abu dan Daya Jerap Iod

Konsentrasi H_3PO_4 (%)	Kadar abu (%)	Daya jerap iod (mg/g)	Suhu Karbonisasi ($^{\circ}C$)	Waktu Karbonisasi (Jam)
10	2,55	438,85	550	1
15	3,12	708,92		
20	3,87	776,43		
25	4,22	877,71		

Berdasarkan Tabel 3 dapat diamati pengaruh konsentrasi aktivator H_3PO_4 terhadap kadar abu, dimana kadar abu cenderung naik dengan semakin tingginya konsentrasi aktivator. Kenaikan kadar abu terjadi karena terbentuknya senyawa P_2O_5 yang semakin meningkat akibat perendaman dengan aktivator H_3PO_4 yang konsentrasinya semakin tinggi sehingga menutup pori-pori karbon aktif tersebut. Semakin tinggi konsentrasi H_3PO_4 yang digunakan pada saat aktivasi maka daya serap yang dihasilkan karbon aktif akan meningkat.

Hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi 25% dengan kadar abu 4,22% dan daya jerap iod sebesar 877,71 mg/g. Kedua parameter ini telah memenuhi standar karbon aktif SNI 06-3730-1995.

Berdasarkan hasil review dari ketiga jurnal di atas terkait pengaruh konsentrasi aktivator H_3PO_4 terhadap kadar abu dan daya jerap iod karbon aktif maka dapat direkomendasikan konsentrasi aktivator H_3PO_4 yang digunakan untuk memperbaiki kekurangan penelitian oleh (Patmawati dan Kurniawan, 2017) serta (Patmawati dan Alwathan, 2019) adalah aktivator H_3PO_4 dengan konsentrasi 30% sebagaimana pada penelitian yang dilakukan oleh Adib et al., 2016 sehingga dapat dihasilkan karbon aktif

yang memiliki kadar abu dan daya jerap iod sesuai standar karbon aktif SNI 06-3730-1995. Pemilihan konsentrasi aktivator ini karena dari ketiga jurnal yang direview, komposisi bahan baku yang mendekati untuk batubara lignit adalah ampas tebu pada penelitian Adib et al., 2016. Hal ini dibuktikan dengan kandungan *fixed carbon* ampas tebu dan batubara lignit yang hampir sama sebesar 27,75 % (Istiqomah, 2019). Ampas tebu dipilih karena pada ampas tebu terdapat kandungan selulosa 40-50 %, hemiselulosa 23-35 % dan lignin 18-24 % yang juga merupakan bahan pembentuk batubara.

Kadar abu dan daya jerap iod yang diperoleh pada penelitian Adib et al., 2016 pada konsentrasi 30% berturut-turut 4,35% dan 974,96 mg/g telah memenuhi standar karbon aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995. Konsentrasi aktivator yang semakin tinggi membuat peningkatan daya larut aktivator terhadap mineral-mineral yang terdapat pada bahan baku, sehingga kadar abu yang terdapat dalam pori-pori karbon aktif semakin berkurang (Zulfadhli & Iriany, 2017). Sementara itu daya jerap iod yang diperoleh dapat meningkat seiring bertambahnya konsentrasi aktivator dan waktu aktivasi, hal ini disebabkan karena H_3PO_4 sebagai *activating agent* akan bereaksi dengan karbon dan merusak bagian dalam karbon sehingga membentuk pori-pori yang semakin banyak. Peningkatan daya serap ini memperlihatkan bahwa atom karbon yang membentuk kristalitik heksagonal makin banyak sehingga celah atau pori yang terbentuk di antara lapisan kristalitik juga makin besar.

SIMPULAN

Berdasarkan review paper yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Semakin tinggi konsentrasi aktivator H_3PO_4 maka kadar abu karbon aktif batubara lignit akan cenderung menurun dan daya jerap iod yang dihasilkan akan meningkat.
2. Dapat diinterpretasikan bahwa konsentrasi aktivator H_3PO_4 terbaik yang memungkinkan untuk menghasilkan karbon aktif berbahan dasar batubara lignit Kalimantan Timur yang memenuhi standar SNI 06-3730-1995, yaitu konsentrasi aktivator H_3PO_4 30 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Adib, M. R. M., Suraya, W. M. S. W., Rafidah, H., Amirza, A. R. M., Attahirah, M. H. M. N., Hani, M. S. N. Q., & Adnan, M. S. (2016). Effect of Phosphoric Acid Concentration on the Characteristics of Sugarcane Bagasse Activated Carbon. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 136(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/136/1/012061>
- Apryanti, E. (2016). Pengaruh Konsentrasi Aktivator H_3PO_4 Dan Waktu Aktivasi Terhadap Kualitas Dan Kinerja Karbon Aktif Dari Pelepah Kelapa Sawit. Palembang.
- Dudley, B. (2019). BP Statistical Review of World Energy.
- Haspiadi. (2010). Pemanfaatan BatuBara Kotor (Dirty Coal) Menjadi Karbon Aktif. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 4(7), 14–20.
- Istiqomah, S. (2019). Pengaruh Daya Microwave Terhadap Pembuatan Karbon Aktif Dari Batubara Lignit Sebagai Adsorben Gelombang Mikro. Samarinda.
- Kusdarini, E., Budiando, A., & Ghafarunnisa, D. (2017). Produksi Karbon Aktif Dari Batubara Bituminus Dengan Aktivasi Tunggal H_3PO_4 , Kombinasi H_3PO_4 Dan Termal. *Jurnal Reaktor*, 17(2), 74–80. <https://doi.org/10.14710/reaktor.17.2.74-80>
- Meilianti. (2018). Karakteristik Karbon Aktif Dari Cangkang Buah Karet Menggunakan Aktivator H_3PO_4 . *Jurnal Distilasi*, 2(2), 1–9. <https://doi.org/10.32502/jd.v2i2.1146>.
- Nurul Setyawan, M., Wardani, S., & Kusumastuti, E. (2018). Arang Kulit Kacang Tanah Teraktivasi H_3PO_4 sebagai Adsorben Ion Logam Cu(II) dan Diimobilisasi dalam Bata Beton. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(3), 262–269.
- Patmawati, Y., & Alwathan. (2019). Penggunaan Aktivator H_3PO_4 dan Kombinasi H_3PO_4 - $NaHCO_3$ Pada Aktivasi (Lowrank Coal) Kalimantan Timur. *Indonesian Journal of Fundamental Science*, 5(1), 26–32.
- Patmawati, Y., & Kurniawan, A. (2017). Pemanfaatan Batubara Lignit Kalimantan Timur Menjadi Karbon Aktif. *Prosiding SENIATI*, 1–4.
- Pratiwi, S. S. (2014). Pengaruh Waktu Perendaman dan Konsentrasi H_3PO_4 Terhadap Proses Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Sawit Untuk Mengolah POME (Palm Oil Mill Effluent). *Politeknik Negeri Surabaya* (Vol. 85). <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2013.06.007>.
- Sani. (2011). Pembuatan Karbon Aktif Dari Tanah Gambut. *Jurnal Teknik Kimia*, 5(2), 400–406.
- Suharyati, Pambudi, S. H., Wibowo, J. L., & Pratiwi, N. I. (2019). Indonesia Energy Outlook 2019. In *Sekretariat Jendral Dewan Energi Nasional*. Jakarta.
- Sulaiman, N. H., Malau, L. A., Fadhilah Husna Lubis, N. B. H., Manalu, F. R., & Kembaren, A. (2017). Pengolahan Tempurung Kemiri Sebagai Karbon Aktif Dengan Variasi Aktivator Asam Fosfat. *JURNAL EINSTEIN*, 37–42.
- Zulfadhli, M., & Iriany. (2017). Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Buah Karet Dengan Aktivator H_3PO_4 Dan Aplikasinya sebagai penjerap Pb(II). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(1), 23–28.