Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem
Vol. 5 No. 3, September 2017, 200-207

Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi Aktivator terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Tebu *(Bagasse)* Menggunakan *Activating Agent* NaCl

Yusuf Hendrawan*, Sandra Malin Sutan**, Rizka Kreative Y.R

Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran Malang 65145

Email: yusuf_h@ub.ac.id

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat karbon aktif dari limbah ampas tebu dengan menggunakan *activating agent* NaCl dan dapat diperoleh kualitas karbon terbaik dengan beberapa pengujian karakteristik karbon aktif yang dihasilkan. Tahapan yang dilakukan pada saat pembuatan karbon aktif yakni dehidrasi selama 2 hari dengan sinar matahari dan dengan menggunakan oven pada suhu 105^0C selama 2 jam, karbonisasi dilakukan pada suhu 300^0C, 400^0C dan 500^0C, dan proses aktivasi dengan perendaman karbon dengan NaCl 5%,10%, dan 15% selama 5 jam. Proses aktivasi yang digunakan dalam penelitian ini yakni aktivasi kimia. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu karbonisasi dan konsentrasi NaCl terhadap karakteristik karbon aktif.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah RAK (Rancangan Acak Kelompok) dan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Hasil terbaik dari penelitian ini yakni pada perlakuan suhu karbonisasi 400^0C dan konsentrasi aktivator 5%. Hasil dari perlakuan tersebut yakni kadar air 8,22%, kadar abu 49,9487%, kadar zat menguap 30,1657% dan kadar karbon terikat 19,8855%.

Kata Kunci : Aktivasi, Ampas tebu, Karbon aktif, Karbonisasi

Effect of Carbonization Temperature Variations and Activator Concentration on Characteristics of Activated Carbon from Sugar Cane Bagasse Using Activating Agent NaCl

ABSTRACT

The purpose of this research is to make activated carbon from waste bagasse using activating agent NaCl and to obtained with some of the best carbon quality testing characteristics of activated carbon produced. Steps done at the manufacture of activated carbon are dehydration over two days with sunlight and using oven at 105 ^{0}C for 2 hours, carbonization done at 300 ^{0}C, 400 ^{0}C and 500 ^{0}C, and the activation process by soaking carbon with NaCl 5%, 10% and 15% for 5 hours. The activation process used in this research is the chemical activation. This research was conducted to determine the effect of carbonization temperature and NaCl concentration on the characteristics of the activated carbon.

The experimental design used in this research is a Randomized Block Design and a further test of DMRT (Duncan's Multiple Range Test) to determine the effect between treatments. The best results from this research is the treatment carbonization temperature at 400 ^{0}C and NaCl activator concentration is 5%. The results of the treatment are 8.22% of water content, 49.9487% of ash content, 30.1657% of substance evaporates levels and 19.8855% of bound carbon content.

Keywords: Activated Carbon, Activation, Carbonization, Waste Bagasse

PENDAHULUAN

Karbon aktif merupakan sejenis adsorben (penyerap). Berwarna hitam, berbentuk granula, bulat, pellet atau bubuk. Karbon aktif biasanya dipakai dalam proses pemurnian udara, gas, larutan atau cairan, dalam proses *recovery* suatu logam dari biji logamnya, dan juga dipakai sebagai *support* katalis. Karbon aktif memiliki luas permukaan yang sangat besar kira – kira 500 m^2, dimana dengan luas permukaan tersebut karbon aktif memiliki kemampuan menyerap (adsopsi) zat – zat yang terkandung dalam air dan udara. Dengan demikian, arang aktif ini sangat efektif dalam menyerap zat terlarut dalam air, baik organik maupun anorganik dan sangat efektif apabila digunakan untuk media pengolahan air kotor menjadi air bersih (Kusnaedi, 2010).

Tebu merupakan bahan baku utama pembuatan gula. Tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah tropis. Sejak ditanam sampai bisa dipanen, umur tanaman tebu mencapai kurang lebih 1 tahun. Di Indonesia tanaman ini banyak tumbuh di pulau Jawa, Sulawesi dan Sumatera (Andaka, 2011). Pulau Jawa merupakan daerah penghasil tebu terbesar di Indonesia, yakni pada tahun 2015 tingkat produksi tebu pulau Jawa adalah 1.752.833 ton. Hal ini juga mengacu pada limbah yang dihasilkan pada saat panen, dimana limbah tersebut akan melimpah ruah. Biasanya untuk menanggulangi penumpukan limbah akan dilakukan pengolahan lanjut seperti limbah batang akan digunakan sebagai makanan ternak. Pada proses pasca panen, biasanya tebu akan dilakukan proses ekstraksi untuk memisahkan ampas tebu dengan nira tebu. Banyak kita jumpai pula pedagang yang memanfaatkan nira tebu sebagai minuman segar. Dimana hal tersebut akan mengakibatkan meningkatnya limbah tebu berupa ampas.Sebagai solusi untuk menanggulanginya dan diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah kepada para pelaku pengolahan tebu dengan pertimbangan tersebut maka penelitian ini menggunakan ampas tebu berupa limbah dari penjual es tebu kaki lima sebagai bahan baku dengan *Activating Agent* NaCl. Pada penelitian sebelumnya oleh Suhendarwati (2013) mengatakan bahwa arang bagas tebu yang diaktivasi menggunakan aktivator KOH memiliki karakteristik yang cukup baik dimana dengan penambahan konsentrasi bahan aktivator menghasilkan karakteristik karbon aktif yang semakain baik.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Timbangan analitik, oven, furnace, ayakan 100 mesh, kertas saring, cawan porselen, beker gelas, pH meter, grinder, magnetic stirrer, ampas tebu, NaCl, dan aquadest

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini rancangan penelitian yang digunakan yakni Rancangan Acak Kelompok (RAK). Rancangan penelitian tersebut terdiri dari variasi aktivator, suhu karbonisasi, dan faktorial. Variasi aktivator yakni menggunakan aktivator NaCl 5 %, NaCl 10 %, dan NaCl 15% dengan suhu karbonisasi 300^0C, 400^0C, dan 500^0C. Pengulangan terhadap penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali dan 3 kontrol (T= 300ºC,400^0C, dan 500^0C tanpa adanya aktivasi) pada tiap pengulangan.

Proses karbonisasi atau pengarangan dimulai dari persiapan sampel bagas atau ampas tebu kering yang dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama 2 hari dan selanjutnya dioven dengan suhu 105ºC selama 2 jam untuk mengurangi kadar air dalam ampas tebu. Ampas tebu dimasukkan ke dalam *furnace* pada variasi suhu 300ºC, 400ºC, dan 500ºC selama 10 menit dan didiamkan pada suhu ruang. Kemudian karbon yang diperoleh dihaluskan dan dilakukan pengayakan dengan menggunakan ayakan ukuran 100 mesh. Pengayakan ini bertujuan agar diperoleh ukuran karbon yang seragam. Pada proses ini didapatkan karbon yang lolos ayakan 100 mesh kemudian diaktivasi menggunakan variasi konsentrasi larutan NaCl 5 %, NaCl 10 % ,

NaCl 15 % dan dilakukan pengadukan dengan kecepatan *low* dengan waktu selama 10 menit dan direndam selama 5 jam. Setelah dilakukan perendaman dengan aktivator, maka akan diperoleh endapan karbon. Endapan tersebut akan disaring dengan menggunakan kertas saring halus. Karbon aktif tersebut kemudian dicuci dengan larutan aquades beberapa kali sampai didapatkan karbon dengan pH netral. Kemudian karbon dioven dengan suhu yakni 105ºC selama 2,5 jam, kemudian didinginkan dengan menggunakan desikator. Setelah diperoleh karbon aktif kering, dilakukan pengujian karakteristik karbon aktif meliputi kadar zat mudah menguap, kadar air, kadar abu, dan kadar karbon terikat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Karbon Aktif

Dari **tabel 1** terlihat hasil kadar air yang beragam, dimana pada setiap perlakuan suhu diperoleh hasil naik turun seiring dengan bertambahnya konsentrasi aktivator NaCl. Kenaikan kadar air terjadi secara drastis pada penambahan konsentrasi aktivator NaCl menjadi 15% pada suhu 300°C dan 400°C. Hal ini mungkin disebabkan oleh masih adanya NaCl yang tertinggal pada saat pengeringan dan kurang sempurnanya proses pencucian. Menurut literatur semakin tinggi konsentrasi aktivator maka semakin besar kadar airnya (Mu'jizah, 2010). Pada hasil kadar abu terlihat bahwasanya pada setiap perlakuan suhu nilai kadar abu akan semakin menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi aktivator, akan tetapi pada perlakuan tanpa penambahan konsentrasi aktivator menjadi konsentrasi 5% nilai kadar abu yang dihasilkan meningkat. Hal tersebut dapat diartikan bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator maka semakin rendah nilai kadar abunya dan sesuai dengan literatur. Menurut Mu'jizah (2010) menurunnya kadar abu dikarenakan pada saat proses aktivasi terjadi proses difusi gas pada karbon dan mendorong keluar NaCl yang masih menutupi karbon.

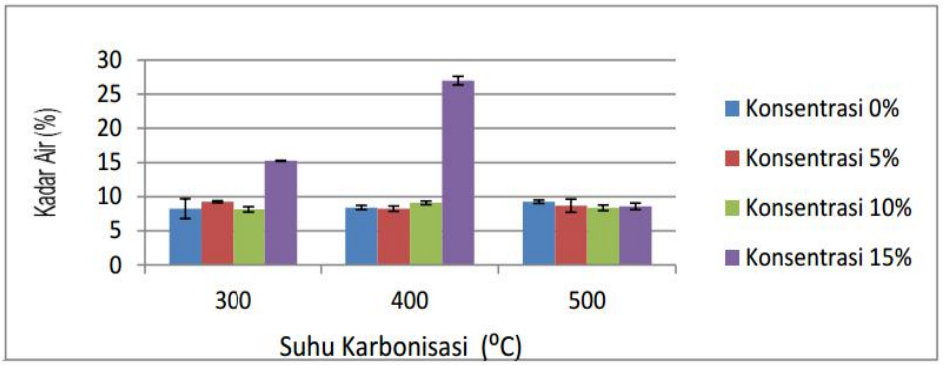
Tabel 1. Hasil Karakterisasi Karbon Aktif

Suhu Karbonisasi ℃	Konsentrasi NaCl (%)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat Mudah Menguap (%)	Kadar Karbon Terikat (%)
300	0	8.24	24.75	58.96	16.2947
	5	9.28	52.24	27.37	20.3856
	10	8.13	30.12	51.81	18.0635
	15	15.25	22.99	56.37	20.6349
400	0	8.41	42.91	37.20	19.8917
	5	8.22	49.95	30.17	19.8856
	10	9.1	49.90	33.85	16.2481
	15	26.99	32.30	47.76	19.9399
500	0	9.26	51.32	29.81	18.8737
	5	8.7	60.17	22.99	16.8469
	10	8.37	57.31	25.14	17.5493
	15	8.57	32.52	48.09	19.3822
SNI 06-3730-1995		Maks 15%	Maks 10%	Maks 25%	Min 65%

Pengaruh Variasi Konsentrasi NaCl dan Suhu Karbonisasi Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Ampas Tebu

Hubungan antara Konsentrasi NaCl dengan Kadar Air

Pembuatan karbon aktif dengan bahan dasar ampas tebu dan aktivator NaCl pada penelitian ini dapat diperoleh hubungan antara kadar air dan konsentrasi aktivator yang saling berpengaruh. Nilai kadar air yang diperoleh dengan beberapa konsentrasi aktivator NaCl yakni beragam. Keberagaman nilai kadar air tersebut dikarenakan kemungkinan masih adanya NaCl yang tertinggal diluar pori karbon dan mengakibatkan meningkatnya kadar air karbon aktif. NaCl yang tertinggal dipengaruhi oleh proses pencucian, pengeringan, dan pendinginan yang kurang sempurna pada saat penelitian. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mu'jizah (2010) proses aktivasi kimia karbon aktif dapat menyebabkan bahan pengaktif terjebak dalam rongga karbon aktif, pada konsentrasi NaCl lebih dari 30% uap air yang masuk pada karbon aktif tinggi jika dibandingkan dengan karbon aktif dengan konsentrasi 30%.



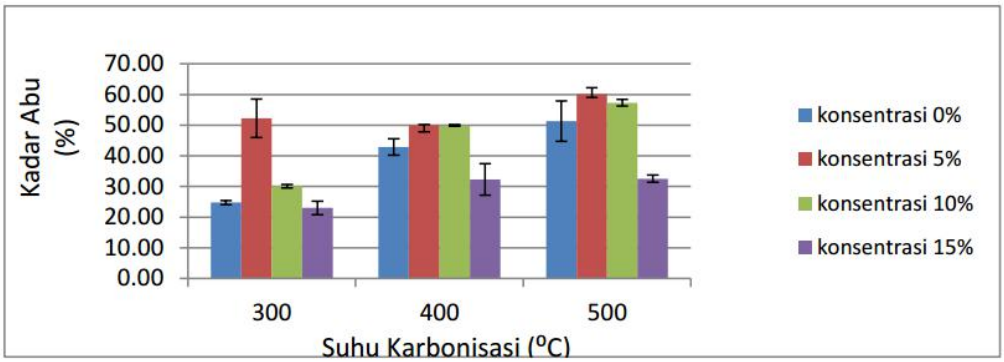
Gambar 1 Pengaruh Konsentrasi Aktivator dan Suhu Karbonisasi terhadap Kadar Air

Hubungan antara Suhu Karbonisasi dengan Kadar Air

Pada **gambar 1** menunjukkan adanya pengaruh dimana nilai kadar air dari kontrol yakni tanpa penambahan aktivator pada perlakuan suhu karbonisasi 300°C, suhu karbonisasi 400°C, dan suhu karbonisasi 500°C diperoleh hasil kadar air yang meningkat yakni 8,24%, 8,41%, dan 9,26%. Pada perlakuan konsentrasi 5% nilai kadar air yang diperoleh yakni 9,28%, 8,22%, dan 8,70% dengan grafik menurun pada suhu karbonisasi 400°C kemudian meningkat kembali pada suhu 500°C. Pada perlakuan 10% dapat diperoleh nilai kadar air yakni 8,13%, 9,10%, dan 8,37% dengan grafik meningkat pada suhu 400°C kemudian turun kembali pada suhu 500°C. Pada perlakuan dengan konsentrasi 15% dapat diperoleh hasil yakni 15,25%, 26,99%, dan 8,57% dengan grafik meningkat pada suhu 400°C kemudian turun kembali pada suhu 500°C.

Meningkatnya nilai kadar air pada perlakuan kontrol menjelaskan bahwa tanpa adanya penambahan bahan pengaktif nilai kadar air akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya suhu karbonisasi. Hasil yang diperoleh berbeda dari teori dan hasil penelitian Junary,dkk (2015) dimana dengan bertambahnya suhu dan waktu karbonisasi akan menunjukkan kecenderungan grafik menurun dikarenakan pori – pori karbon aktif akan semakin terbuka dan kadar air yang terkandung di dalamnya akan lepas dengan bertambahnya waktu dan suhu karbonisasi. Peningkatan kadar air pada penelitian ini dipengaruhi oleh proses pencucian dan pengeringan karena pada proses pencucian tidak dapat dipastikan hilangnya mineral secara keseluruhan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hendaway (2003) yakni, kadar air arang aktif dipengaruhi oleh sifat higroskopis arang aktif, jumlah uap air di udara, lama proses pendinginan, dan pengayakan.

Kadar Abu



Gambar 2 Pengaruh Konsentrasi Aktivator dan Suhu Karbonisasi terhadap Kadar Abu

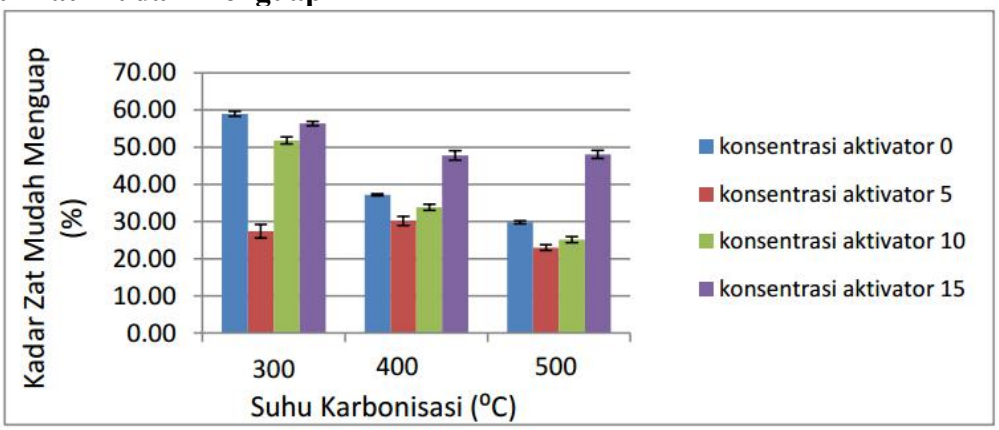
Hubungan antara Konsentrasi NaCl dengan Kadar Abu

Pada semua perlakuan dengan suhu yang sama terjadi peningkatan nilai kadar abu yakni dari konsentrasi 0% dengan konsentrasi 5%. Hal ini menunjukkan bahwasanya pori – pori karbon aktif tersumbat oleh NaCl sebagai bahan pengaktif, dimana diasumsikan masih ada kandungan mineral dan NaCl yang tertinggal selama proses pengarangan dan menyebabkan tingginya nilai kadar abu karena terjadinya proses oksidasi . Nilai kadar abu akan meningkat dan akan turun seiring dengan bertambahnya konsentrasi aktivator NaCl. Hal tersebut membuktikan bahwa pada proses aktivasi kadar abu yang dihasilkan akan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya konsentrasi aktivator. Menurunnya kadar abu dikarenakan pada proses aktivasi terjadi proses difusi gas pada karbon sehingga mampu mendorong keluar NaCl yang masih menutupi pori karbon (Mu'Jizah, 2010).

Hubungan antara Suhu Karbonisasi dengan Kadar Abu

Pada **gambar 2** dapat dilihat bahwasanya pada perlakuan dengan perbedaan konsentrasi aktivator (0%, 10% dan, 15%) dapat terlihat grafik nilai kadar abu yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya suhu karbonisasi akan tetapi berbeda dengan perlakuan 5% dimana grafik yang dihasilkan menurun kemudian meningkat dengan meningkatnya suhu karbonisasi. Dari hasil yang diperoleh dapat diketahui interaksi antar keduanya yakni semakin tinggi suhu karbonisasi maka semakin tinggi pula nilai kadar abu yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Junary dkk (2015) yakni seiring dengan bertambahnya suhu dan waktu karbonisasi akan menunjukkan kecenderungan grafik meningkat terhadap nilai kadar abu yang diperoleh.

Kadar Zat Mudah Menguap



Gambar 3 Pengaruh Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi Aktivator terhadap Kadar Zat Mudah Menguap

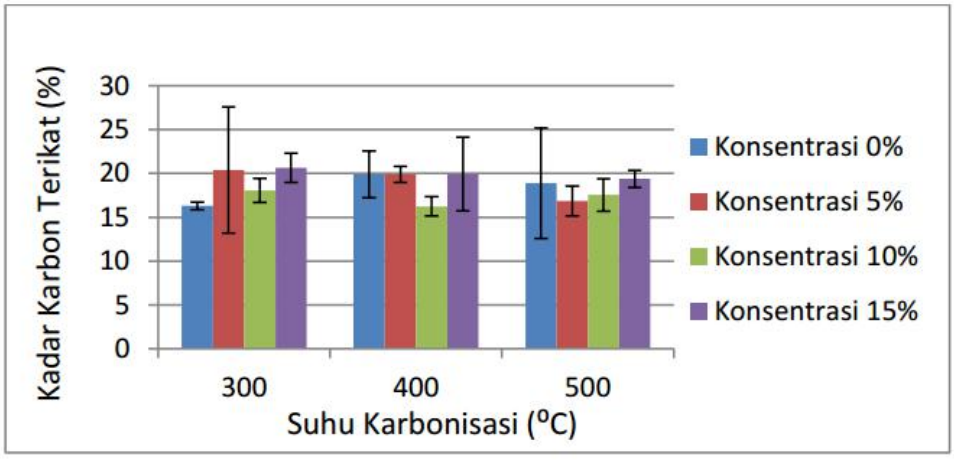
Hubungan antara Konsentrasi NaCl dengan Kadar Zat Mudah Menguap.

Pada semua perlakuan, dari mulai konsentrasi 0% (kontrol) sampai 15% dapat terlihat penurunan nilai kadar zat mudah menguap pada penambahan konsentrasi aktivator menjadi 5%. Kemudian, pada kenaikan konsentrasi aktivator berikutnya yakni 10% dan 15% nilai kadar zat mudah menguap akan kembali meningkat. Hasil yang diperoleh dari perlakuan kontrol 0% - 5% menunjukkan penurunan dikarenakan penambahan aktivator atau bahan pengaktif dapat membuka pori – pori karbon dimana zat *volatile* yang berada di dalamnya terdesak keluar sehingga banyak pori – pori karbon yang terbuka tetapi pada kenaikan konsentrasi aktivator 5% - 15% meningkatnya kadar zat mudah menguap disebabkan oleh aktivator mengikat garam mineral dan lama waktu aktivasi. Lamanya waktu aktivasi dapat menyebabkan karbon terkikis dan terbuang saat pencucian (Susilowati, 2016). Menurut Ramdja, dkk (2008) kadar *volatile matter* akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan waktu aktivasi.

Hubungan antara Suhu Karbonisasi dengan Kadar Zat Mudah Menguap

Pada perlakuan kontrol tanpa adanya penambahan aktivator dapat terlihat bahwa semakin tinggi suhu karbonisasi maka nilai kadar zat mudah menguap akan semakin rendah. Hal ini juga terlihat pada perlakuan dengan penambahan aktivator 10% dimana dihasilkan grafik yang sama dengan perlakuan kontrol. Penurunan kadar zat mudah menguap seiring dengan meningkatnya suhu pirolisis disebabkan oleh ketidaksempurnaan penguraian senyawa non karbon selama proses pirolisis. Menurut Pari (2004) meningkatnya suhu karbonisasi akan menguapkan senyawa *volatile* yang masih tertinggal terutama ter dan menyebabkan jumlah pori yang terbentuk semakin banyak.

Kadar Karbon Terikat



Gambar 4 Pengaruh Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi Aktivator terhadap Kadar Karbon Terikat

Hubungan antara Konsentrasi NaCl dengan Kadar Karbon Terikat

Pada perlakuan kontrol tanpa adanya penambahan aktivator diperoleh kadar karbon terikat yang agak tinggi karena pada keadaan tersebut kandungan karbon di dalamnya masih banyak. Sedangkan penurunan kadar karbon terikat dikarenakan pada saat proses karbonisasi oksidasi terjadi kurang sempurna sehingga aktivator lebih banyak mengikat garam – garam mineral seperti sodium, *chlorine* dan lain sebagainya. Pengikatan garam – garam mineral tersebut oleh aktivator dapat mendesak keluar kandungan utamanya yakni berupa carbon (C) dan mempengaruhi nilai kadar karbon terikatnya. Menurut Gandhi (2010) kadar karbon terikat

menunjukkan jumlah zat dalam biomassa kandungan utamanya adalah karbon, hidrogen, oksigen, sulfur, dan nitrogen yang tidak terbawa dalam bentuk gas.

Hubungan antara Suhu Karbonisasi dengan Kadar Karbon Terikat

Perbedaan grafik yang diperoleh dikarenakan pada perlakuan 5% dan 10% pada suhu yang terlalu tinggi, proses karbonisasi cenderung merusak dinding – dinding pori karbon sehingga karbon yang terbentuk semakin sedikit (Junary dkk, 2015). Hasil yang diperoleh tersebut berbeda dengan teori dimana suhu yang semakin tinggi akan meningkatkan kandungan karbon karena didehidrasi lebih sempurna dan adanya penghilangan produk – produk yang mudah menguap (Pari, 1996). Banyaknya fraksi karbon yang terikat dalam arang menunjukkan bahwa kadar karbon terikat akan semakin meningkat. Kenaikan nilai kadar karbon terikat pada perlakuan – perlakuan tersebut dikarenakan dehidrasi terjadi secara sempurna dan menghilangkan zat volatile yang dapat mendorong fraksi karbon keluar dari arang.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan mengenai pengaruh variasi suhu karbonisasi dan konsentrasi aktivator terhadap karakteristik karbon aktif dari ampas tebu menggunakan *activating agent* NaCl diperoleh kesimpulan yakni:

1. Penambahan konsentrasi NaCl sebagai aktivator dalam pembuatan karbon aktif dengan bahan dasar ampas tebu sangat berpengaruh terhadap karakteristiknya yakni kadar air, kadar abu, dan kadar zat mudah menguap. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai Fhitung (186,18 ;11,43 ;243,44) > Ftabel 1% akan tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar karbon terikatnya dikarenakan Fhitungnya (0,68) < Ftabel 1%.
2. Perlakuan terbaik dari penelitian ini yakni pada perlakuan suhu karbonisasi 400^0C dan konsentrasi aktivator 5%. Hasil dari perlakuan tersebut yakni kadar air 8,22%, kadar abu 49,9487%, kadar zat menguap 30,1657% dan kadar karbon terikat 19,8855%.
3. Pembuatan karbon aktif dengan bahan dasar ampas tebu dan penambahan aktivator NaCl pada penelitian ini masih terdapat beberapa karakteristik yang belum terpenuhi sesuai dengan standart SNI 06-3730-1995 yakni kadar air 15%, kadar abu 10%, kadar zat mudah menguap 25%, dan kadar karbon terikat 65%.

DAFTAR PUSTAKA

Andaka. 2011. *Hidrolisis Ampas Tebu menjadi Furtural dengan Katalisator Asam Sulfat.* Institut Sains dan Teknologi AKPRIND : Yogyakarta

Gandhi, A. 2010. *Pengaruh Variasi Jumlah Campuran Perekat terhadap Karakteristik Briket Arang Tongkol Jagung*. SMK N 7 Semarang

Hendaway , ANA. 2003. *Influence of HNO_3, Oxidation on the Structure and Adsorptive Properties of Corncob – Based Activated Carbon 41: 713 – 722*. Elsevier. UK

Junary, E., Julhan P.P, Nerti H. 2015. *Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi terhadap Nilai Kalor dan Karakteristik Pada Pembuatan Bioarang Berbahan Baku Pelepah Aren (Arenga Pinnata)*. Universitas Sumatera Utara : Medan

Kusnaedi. 2010. *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*. Penebar Swadaya : Depok. Hal 35 – 36

Mu'jizah, S. 2010. *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Biji Kelor (Moringa oleifera. Lamk) dengan NaCl sebagai Bahan Pengaktif*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim: Malang

Pari G. 1996. *Pembuatan Arang Aktif dari Serbuk Gergajian Sengon dengan Cara Kimia*. Buletin Penelitian Hasil Hutan 14:308-320.

Pari, G. 2004. *Kajian Struktur Arang Aktif dari Serbuk Gergaji Kayu sebagai Adsorben Emisi Formaldehida Kayu Lapis*. Disertasi Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan. Pasca Sarjana, IPB : Bogor.

Ramdja, F. A., Mirah Halim, dan Jo Handi. 2008. *Pembuatan Hasil dan Limbah Analisis Usaha dan Pemasaran Kelapa Sawit*. Seri Agribisnis. Penebar Swadaya. Jakarta

Suhendarwati. 2013. *Pengaruh Konsentrasi Larutan Kalium Hidroksida pada Abu Dasar Ampas Tebu Teraktivasi*. Universitas Brawijaya : Malang

Susilowati. 2016. *Karbon Aktif dari Batang Kulit Pisang (Musa Paradseaca) dengan menggunakan Aktivator H_3PO_4 dan K_3CO_3 untuk Menurunkan FFA*. Universitas Brawijayam : Malang