



# Pengaruh Waktu Terhadap Temperatur Aktivasi dari Kulit Pisang (*Musa paradisiaca L.*) dalam Pembuatan Katalis

**Yuni Kurniati<sup>\*</sup>, Eka Lutfi Septiani, Okky Putri Prastuti, Victor Purnomo, Sri Sugmah Nur Dewi, Imam Mahmuddin**

Departemen Teknik Kimia, Universitas Internasional Semen Indonesia (UISI), Kompleks PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk., Jl. Veteran, Gresik, 61122

\*E-mail: yuni.kurniati@uisi.ac.id

## ABSTRAK

Kulit pisang termasuk limbah pertanian yang mengandung komponen lignoselulosa (holoselulosa dan lignin) dan kandungan karbohidrat yang cukup tinggi. Kulit pisang ini cukup potensial untuk dijadikan substrat dalam memproduksi katalis. Katalis asam merupakan salah satu jenis katalis yang berperan penting dalam proses kimia. Untuk menghasilkan katalis dengan struktur pori yang baik, dalam penelitian ini digunakan proses aktivasi secara kimia karena proses ini menggunakan temperatur yang lebih rendah daripada proses aktivasi fisik. Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia. Pada cara ini, proses aktivasi dilakukan dengan menggunakan bahan kimia (aktivator) sebagai agen pengaktivasi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh waktu terhadap temperatur aktivasi dari perbandingan massa optimum karbon-KOH dalam proses sintesis katalis berbasis arang kulit pisang sehingga menghasilkan katalis dengan karakteristik yang paling optimal, dan temperatur kalsinasi sebagai proses kimia fisika pada sintesis katalis berbasis arang kulit pisang. Metode pembuatan katalis dilakukan dengan cara kalsinasi untuk menguraikan sumber karbon menjadi karbon sehingga terbentuk komposit sesuai dengan temperatur yang telah divariabelkan. Setelah terbentuk komposit karbon-KOH, kemudian dilakukan sulfonasi menggunakan asam sulfat pekat sesuai dengan temperatur yang ditentukan. Aktivasi dengan KOH pada temperatur aktivasi 300°C, 350°C, dan 400°C. Dalam penelitian ini, proses aktivasi bisa berjalan optimum pada temperatur 300°C, 350°C, dan 400°C yang ditandai dengan adanya asap putih sudah tidak keluar lagi karena karbon telah bereaksi dengan KOH. Kondisi optimum ini tercapai setelah 20 menit.

**Kata kunci:** Aktivasi, katalis, kulit pisang, sulfonasi.

## ABSTRACT

Banana peels include agricultural waste that contains lignocellulosic components (holocellulose and lignin) and carbohydrate content which is quite high. Banana peel is quite potential to be used as a substrate in producing catalysts. Acid catalyst is one type of catalyst that plays an important role in chemical processes. Chemical activation is the process of breaking the carbon chains of organic compounds by using chemicals. In this way, the activation process is carried out using chemicals (activators) as activating agents. This study aims to study the effect of activation temperature terhadap from the optimum mass ratio of carbon-KOH in the synthesis process of banana skin charcoal based catalysts so as to produce a catalyst with the most optimal characteristics, and calcination temperature as a physical chemical process in the synthesis of banana skin charcoal based catalysts. The method of making the catalyst is done by calcination to decompose the carbon source into carbon so that the composite is formed according to the temperature that has been varied. After forming carbon-KOH composite, then sulfonation is carried out using concentrated sulfuric acid according to the specified temperature. Activation with KOH at activation temperatures of 300°C, 350°C and 400°C. In this research, the activation process can run optimally at temperatures of 300 °C, 350 °C, and 400 °C which are characterized by the presence of white smoke that has not come out anymore because carbon has reacted with KOH.

**Keywords:** Activation, catalyst, banana peel, sulfonation.

## 1. PENDAHULUAN

Mayoritas hampir seluruh daerah di Indonesia ditanami tanaman pisang. Kulit pisang juga merupakan limbah yang jumlahnya tidak sedikit. Jumlah kulit pisang adalah sepertiga dari buah pisang yang belum dikupas [1].

Pemanfaatan buah pisang yang besar untuk berbagai jenis makanan akan menghasilkan limbah berupa kulit pisang. Bobot kulit pisang mencapai 40% dari buahnya. Dengan demikian pisang menghasilkan limbah dengan volume yang besar [2].

Dalam industri kimia, pemanfaatan arang aktif sudah sangat banyak digunakan dalam berbagai macam aplikasi seperti makanan/minuman dan farmasi. Pada umumnya arang aktif digunakan sebagai adsorben. Namun pemanfaatan sebagai katalisator sangat sedikit [3]. Katalis merupakan suatu substansi yang mengubah laju suatu reaksi kimia tanpa terdapat sebagai produk akhir reaksi [4].

Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan – bahan kimia. Pada cara ini, proses aktivasi dilakukan dengan menggunakan bahan kimia (aktivator) sebagai agen pengaktivasi. Aktivator adalah zat atau bahan kimia yang berfungsi sebagai reagen pengaktif pada adsorben karbon aktif sehingga dapat menyebabkan daya serapnya menjadi lebih baik. Zat aktivator bersifat mengikat air yang menyebabkan air yang terikat kuat pada pori – pori karbon yang tidak hilang pada saat karbonisasi menjadi lepas. Selanjutnya zat aktivator akan memasuki pori dan membuka permukaan karbon aktif yang masih tertutup. Aktivasi karbon aktif dilakukan dengan merendam arang ke dalam larutan kimia yang bersifat asam ( $H_3PO_4$  dan  $H_2SO_4$ ), basa (KOH dan NaOH), dan bersifat garam ( $ZnCl_2$  dan NaCl) [5]

Waktu aktivasi juga memegang peranan penting dalam proses aktivasi. Jika waktu yang dibutuhkan terlalu sebentar dikhawatirkan bahan aktifator tidak terlepas

sempurna dari karbon aktif. Sedangkan jika terlalu lama maka struktur karbon bisa rusak. [6]

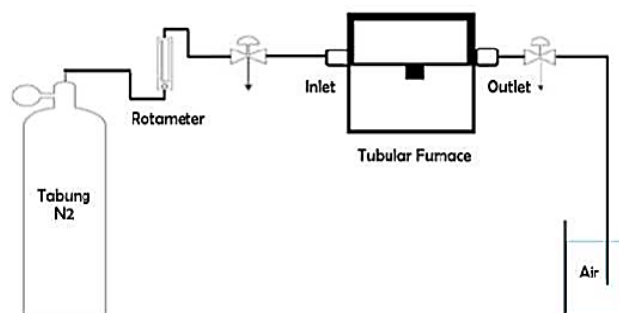
Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan pengamatan pada perubahan temperatur terhadap waktu aktivasi temperatur menggunakan senyawa kimia KOH dalam pembuatan katalis.

## 2. METODE PENELITIAN

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah serangkaian reaktor sulfonasi yang dibeli di CV. Lira Utama, oven dengan merk Kris, *tubular furnace* yang dibeli di CV. Lira Utama, ayakan 75 mesh yang dibeli via tokopedia, *combustion boat* merk haldenwagner *made in Germany* yang dibeli di UD. Sumber Ilmiah Persada, dan regulator  $N_2$  dengan merk Muramoto.

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah KOH padat merk SAP,  $H_2SO_4$  98%, HCl 0,1 N merk SAP, air demineralisasi, asam asetat *glacial*, metanol 96% merk SAP, dan gas nitrogen yang dibeli pada PT. Samator.

Tahapan proses sintesis katalis berbasis kulit pisang dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Skema Rangkaian Alat *Pyrolysis Reactor*

Karbon sebagai bahan baku diperoleh dari kulit pisang kering yang dihancurkan dan dihaluskan hingga berukuran *mesh* 75. Metode yang digunakan untuk sintesis ini yaitu dengan menambahkan KOH padat yang dihancurkan menggunakan mortar dan alu, kemudian dicampur dengan karbon

dengan perbandingan KOH dan karbon sesuai variabel dan dikalsinasi di dalam *tubular furnace* menggunakan *pyrolysis reactor*.

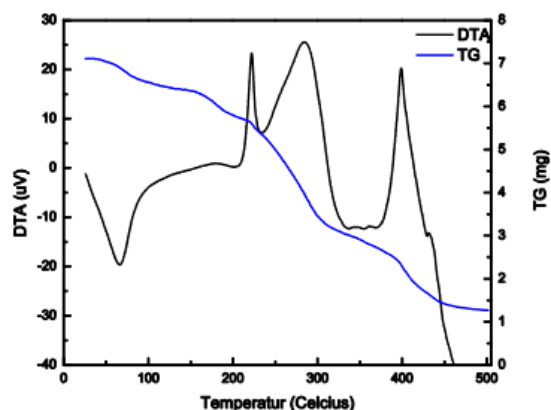
Pada bagian *inlet* terhubung dengan tabung gas nitrogen (N<sub>2</sub>) beserta rotameter untuk mengatur laju gas yang keluar dari tabung, sedangkan pada bagian *outlet* terhubung dengan bejana berisi air yang berfungsi sebagai media absorbs gas keluar dari *tubular furnace* dan terdapat *discharge valve* yang berfungsi untuk mengatur laju aliran gas.

Sebelum proses kalsinasi, dilakukan proses *purging* dengan mengalirkan gas N<sub>2</sub> pada laju 150 mL/menit selama 15 menit untuk menghilangkan gas O<sub>2</sub>. Setelah proses kalsinasi, sampel akan didinginkan hingga mencapai temperatur ruang kemudian direndam dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (20%) selama 45 menit. Setelah proses perendaman, sampel disaring dan dikeringkan di dalam oven pada temperatur 80°C selama 18 jam.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

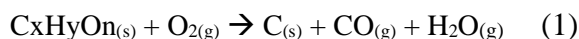
Bahan baku adsorben berupa kulit pisang dilakukan uji karakterisasi terlebih dahulu menggunakan Thermo-Gravimetric/Differential Thermo Analysis (TG-DTA) sebelum dilakukan proses karbonisasi. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan temperatur operasi yang digunakan saat karbonisasi limbah kulit pisang. Gambar 2 merupakan pemanasan kulit pisang pada temperatur 25<sup>o</sup>C hingga 500<sup>o</sup>C dengan alat TG-DTA. Pada gambar menunjukkan setiap perubahan temperatur dan massa dari bahan baku yang diuji pada setiap waktu dimana terlihat proses karbonisasi terjadi dalam 3 tahap. Tahap pertama menunjukkan terjadinya proses endotermis di grafik DTA dan massa sample berkurang hingga temperatur 200<sup>o</sup>C. Proses dimulai dengan dekomposisi dari karbon monoksida dan karbon dioksida kemudian dilanjutkan dengan penguapan kandungan air diatas temperatur 100<sup>o</sup>C. Perubahan kandungan dalam kulit pisang yaitu perubahan massa

air sebesar -6,18%, massa selulosa sebesar -21,02% dan massa lignin sebesar -60,26%.



**Gambar 2.** Hasil Analisa TG/DTA Kulit Pisang

Pada tahap kedua terjadi proses pre-karbonisasi pada temperatur 200<sup>o</sup>C – 350<sup>o</sup>C yang dapat terlihat bahwa massa sample tereduksi signifikan dan proses berlangsung secara eksotermal dari grafik DTA, dimana terjadi dekomposisi hemiselulosa dan penguapan gas seperti methanol, fenol, hidrokarbon, dsb [7]. Proses eksotermis dan pengurangan massa terjadi pada tahap ketiga yaitu proses karbonisasi. Proses karbonisasi yaitu proses degradasi dari selulosa dan lignin yang terkandung di dalam sample atau kulit pisang. Material karbon didapatkan dari proses oksidasi selulosa yang tidak sempurna sesuai dengan persamaan dibawah ini [8]:



Dalam proses pembuatan katalis ini, memakai variabel temperatur antara 300<sup>o</sup>C, 350<sup>o</sup>C, dan 400<sup>o</sup>C masing – masing selama 15 menit. Pemilihan temperatur dan waktu merupakan parameter yang penting untuk proses aktivasi terkait bahan baku yang digunakan dan pembentukan stuktur pori. Proses aktivasi ini dilakukan didalam *tubular furnace* tanpa adanya gas oksigen sehingga dialirkan gas inert berupa nitrogen kedalam reaktor.

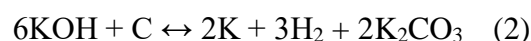
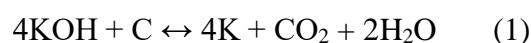
Oksigen pada proses aktivasi ini ditiadakan karena oksigen yang bersifat oksidatif akan membakar atau mengikis karbon sampai habis atau tak terkontrol sehingga struktur pori karbon bias rusak dan bahan baku berupa karbon akan hilang pada hasil akhir. Kerusakan struktur pori – pori karbon ini dapat menghasilkan luas permukaan yang rendah. Pada proses aktivasi ini, diharapkan yang membakar karbon ialah KOH selaku *activating agent*. Kulit pisang merupakan salah satu material yang mengandung karbon dalam jumlah yang cukup/sedang.

Pada temperatur dan waktu tertentu, *activating agent* akan bereaksi dengan karbon sehingga membentuk pori – pori. Jika temperatur yang digunakan terlalu rendah, dikhawatirkan karbon dengan *activating agent* tidak bereaksi optimal bahkan belum reaksi sehingga pori – pori yang dihasilkan hanya sedikit. Namun bila temperatur yang digunakan terlalu tinggi pula akan merusak stuktur pori – pori karbon sewaktu aktivasi. Pada Tabel 1 menunjukkan hasil pengamatan kondisi selama proses aktivasi untuk semua sampel aktivasi dengan KOH pada temperatur aktivasi 300°C, 350°C, dan 400°C. Gambar 3 menunjukkan hasil pengamatan antara kenaikan temperatur terhadap waktu.

Berdasarkan hasil pengamatan, semua variabel temperatur menghasilkan asap putih. Asap putih ini menandakan bahwa dalam karbon tersebut masih terdapat sedikit material volatil yang dapat menguap pada temperatur di atas temperatur karbonisasi. Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa pada temperatur 30-300°C, timbul asap putih yang keluar dari reactor menandakan bahwa pada temperatur tersebut terjadi penguapan zat – zat volatil yang terkandung dalam karbon. Lalu pada temperatur 300°C, 350°C, dan 400°C asap putih sudah tidak keluar lagi karena karbon telah bereaksi dengan KOH. Ini menandakan bahwa proses aktivasi karbon telah berjalan.

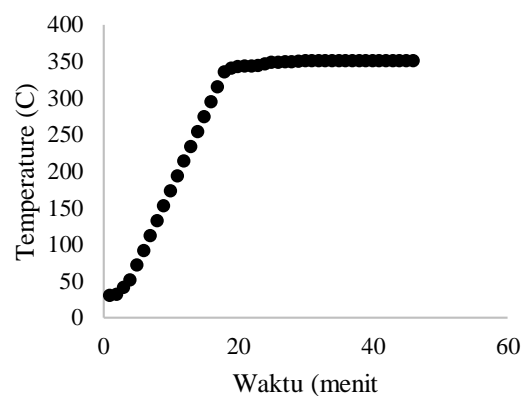
Setelah proses aktivasi berjalan, produk berupa karbon. Produk karbon yang dihasilkan berupa serbuk hitam. Pada

perbandingan 1:4, terdapat sedikit serbuk putih seperti kapur. Ini menunjukkan bahwa rekasi karbon dengan KOH menghasilkan senyawa karbonat. Selain menghasilkan senyawa karbonat, proses aktivasi ini juga menghasilkan CO<sub>2</sub> yang berdifusi pada permukaan karbon yang memungkinkan bereaksi dengan KOH yang masih ada membentuk senyawa karbonat lagi. Reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut [9]:



**Tabel 1.** Hasil Pengamatan selama Proses Aktivasi

Temperatur (°C)	Keterangan
30	Mengalirkan gas N <sub>2</sub> ke dalam <i>tube furnace</i>
30-110	Mulai keluar asap putih
110-230	Asap putih yang keluar semakin banyak
230-300	Asap putih semakin berkurang
300/350/400	Tidak ada asap putih yang keluar
300/350/400-30	Mematikan temperatur reaktor dan mengeluarkan sampel dari <i>tube furnace</i>



**Gambar 3.** Kenaikan Temperatur terhadap Waktu

Reaksi di atas juga mengeluarkan air karena KOH merupakan *dehydrating agent* bersifat mendehidrasi. Pada proses aktivasi ini karbon akan bereaksi dengan KOH sehingga karbon akan terkikis menghasilkan pembentukan pori – pori [10].

#### 4. KESIMPULAN

Proses aktivasi bisa berjalan optimum pada temperatur 300°C, 350°C, dan 400°C yang ditandai dengan adanya asap putih sudah tidak keluar lagi karena karbon telah bereaksi dengan KOH.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Hibah DIKTI Penelitian Dosen Pemula yang telah memberi dukungan finansial terhadap penelitian ini, LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat) UIISI yang telah mendukung fasilitas di universitas.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Basse, *Compost Engineering*, London : An Arbour Science, 2000.
- [2] A. Yosephine, Pemanfaatan ampas tabu dan kulit pisang dalam pembuatan kertas serat campuran. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, vol. 11, no. 2, hal. 94-100, 2012.
- [3] D. Darmono, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran (Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam)*, Jakarta: UI Press, 2001.
- [4] L. Foist, *The Ostwald Process & Catalytic Oxidation of Ammonia*, Study.com, 2019.
- [5] A. Dabrowski, P. Podkoscielny, Z. Hubicki, M. Barczak, Adsorption of phenolic compounds by activated carbon, *Chemosphere*, vol. 58, hal. 1049-1070, 2005.
- [6] S. Sani, Pembuatan karbon aktif dari tanah gambut, *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 5, no.2, hal. 400-406, 2011.
- [7] E. Nuramanah, H. Sholihin, W. Siswaningsih, Kajian Aktivitas Antioksidan Kulit Pisang Raja Bulu (*Musa paradisiaca L. Var Sapiantum*) dan Produk Olahannya, *J. Si. Tek. Kim.*, vo. 4, no. 1, hal. 1-7, 2013.
- [8] E. Hewett, Stem A and Mrs. Wildfong. *Banana Peel Heavy Metal Water Filter*. <http://users.wpi.edu>, diakses 30 Januari 2017, 2011.
- [9] M. Sudibandriyo, PhD. dissertation: A Generalized Ono-Kondo Lattice Model for High Pressure on Carbon Adsorben, Oklahoma State Univ., Oklahoma, USA, 2003.
- [10] N. Nurfitriya, K. Febriyantiningrum, W. P. Utomo, Z. V. Nugraheni, D. D. Pangastuti, H. Maulida, F. N. Ariyanti, Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) pada Karbon Aktif dan Waktu Kontak Terhadap Daya Adsorpsi Logam Pb dalam Sampel Air Kawasan Mangrove Wonorejo Surabaya, *Akta Kimia Indonesia*, vol. 4, no. 1, hal. 75-85, 2019.