

PERBEDAAN TEMPERATUR KARBONISASI PADA PEMBUATAN *CARBON PAPER* DARI LIMBAH KULIT PISANG

Erman Taer¹⁾, Zahratul Aini¹⁾, Iwantono¹⁾, Rika Taslim²⁾

¹⁾Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

Email: erman.taer@yahoo.com

²⁾Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim

Email : rikataslim@yahoo.com

Abstract

The synthesis of carbon paper electrode (CPE) from banana peel waste has been made in laboratory scale. The production of CPE was begun by made of banana peel pulp. It's was poured into molds with size of 12x10 cm, and then dried in an oven at a temperature of 150°C for 3 hours to obtain a sheet of green carbon paper (GCP). Sample of GCP was cut into a smaller size of 3x2 cm and then was activated by chemical technique using a solution of KOH with concentration of 0.2 M. All sample GCP was carbonized to found a carbon paper (CP) using a furnace with N₂ gas atmosphere by temperature variation of 500 °C, 600 °C, 700°C and 800 °C.. The physical activation process was done by using CO₂ gas for 2 hours. Density was measured, and it was found the optimum at temperature of 500 °C and the other side was minimum at a temperature of 800 °C. Each temperature range has a density of 0.653 g/cm³, 0.633 g/cm³, 0.621 g/cm³ and 0.620 g/cm³. The results showed that the carbonization temperature has a significant effect on the magnitude of the density of CP.

Keywords: Carbonization temperature, Carbon paper, Banana peel waste

Abstrak

Telah dilakukan pembuatan elektroda *carbon paper* dari limbah kulit pisang lilin. Pembuatan *carbon paper* dimulai dari pengolahan limbah kulit pisang menjadi bubur kulit pisang. Bubur kulit pisang dituangkan dalam cetakan berukuran 12x10 cm, dan dikeringkan dalam oven temperatur 150°C selama 3 jam untuk mendapatkan lembaran *green carbon paper*. *Green carbon paper* dipotong dengan ukuran 3x2 cm dan diaktivasi kimia menggunakan larutan KOH 0,2 M. Sampel *green carbon paper* dikarbonisasi menggunakan furnace dialiri gas N₂ dengan temperatur bervariasi yaitu 500 °C, 600 °C, 700 °C dan 800 °C. Proses aktivasi fisika dilakukan menggunakan gas CO₂ selama 2 jam. Variabel densitas yang diukur, didapati optimum pada temperatur 500°C dan minimum pada temperatur 800°C. Masing-masing temperatur karbonisasi memiliki densitas sebesar 0,653 gr/cm³, 0,633 gr/cm³, 0,621 gr/cm³ dan 0,620 gr/cm³. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur karbonisasi berpengaruh pada besarnya densitas *carbon paper*.

Kata kunci : temperatur karbonisasi, *carbon paper*, kulit pisang lilin

1. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi industri menyebabkan semakin meningkatnya kebutuhan akan sumber energi, sehingga sumber energi alternatif menjadi pertimbangan yang sangat penting. Untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut diperlukan piranti penyimpan energi yang baik dan bersifat kontinu serta dapat menyimpan energi dalam jumlah yang besar dengan waktu yang singkat. Salah satu sumber energi alternatif adalah biomassa yang digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan elektroda karbon aktif. Elektroda karbon aktif dapat digunakan sebagai piranti penyimpan energi seperti baterai, bahan bakar (*fuel cell*) dan superkapasitor.

Ukuran elektroda berperan penting dalam penentuan densitas dan jumlah karbon. Pada penelitian ini *Elektroda carbon paper* (ECP) dibuat dalam bentuk persegi panjang dengan ketebalan yang lebih besar agar dapat menghasilkan jumlah karbon yang lebih besar pula. Bahan yang dipilih adalah kulit pisang. Kulit pisang dapat dijadikan sebagai karbon aktif karena kulit pisang mengandung karbon sekitar 41.3% [1] dan mengandung perekat alami.

ECP dari kulit pisang ini diaktivasi dengan menggunakan zat aktivator KOH. KOH dipilih sebagai aktivator karena dapat memberikan luas permukaan karbon aktif yang lebih besar. Karbon aktif ini kemudian dikarbonisasi dengan variasi temperatur yaitu,

500°C, 600°C, 700°C dan 800°C. Proses karbonisasi menghasilkan 3 komponen utama yaitu karbon (arang), *tar* dan gas (*volatile matter*)[2]. Komponen seperti *tar* dan *volatile matter* pada sampel yang belum mengalami karbonisasi masih terikat dalam senyawa-senyawa dan menutup sebagian besar pori-pori permukaan. Rongga dan pori-pori ini akan terbentuk karena pengaruh panas saat karbonisasi. Perbedaan suhu karbonisasi sangat berpengaruh pada pembentukan sifat fisika elektroda karbon yang dihasilkan. Pada penelitian ini akan ditinjau tentang pengaruh suhu karbonisasi terhadap sifat fisika ECP seperti massa, tebal dan densitas serta ditambahkan pengukuran tentang analisa Termogravimetri limbah kulit pisang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan *carbon paper* merujuk pada penelitian sebelumnya yaitu pada laporan [3]. Bubur kulit pisang yang sudah diblender dimasukkan kedalam cetakan ukuran 12 cm × 10 cm. Sampel tersebut ditimbang terlebih dahulu dengan massa 150 gr setiap satu cetakan kemudian dioven pada temperatur 150°C selama 3 jam. Selanjutnya sampel dilepas dari cetakan, diukur dan dipotong dengan ukuran 2 cm x 3 cm, dikeringkan kembali pada temperatur 110°C sampai massa konstan.

Aktivasi kimia menggunakan larutan KOH 0.2 M. Sebelumnya KOH dipanaskan pada *Hot Plate Stirrer* pada temperatur 80°C selama 1 jam. Setelah KOH dipanaskan, sampel dimasukkan kedalam larutan KOH selama 2 jam dengan temperatur tetap

dipertahankan 80°C. Selanjutnya, sampel dicuci untuk menurunkan tingkat persentase KOH. Pencucian disini dilakukan menggunakan air suling sampai kertas indikator pH=7. Sampel dikeringkan kembali di dalam oven dengan temperatur 110°C selama 48 jam.

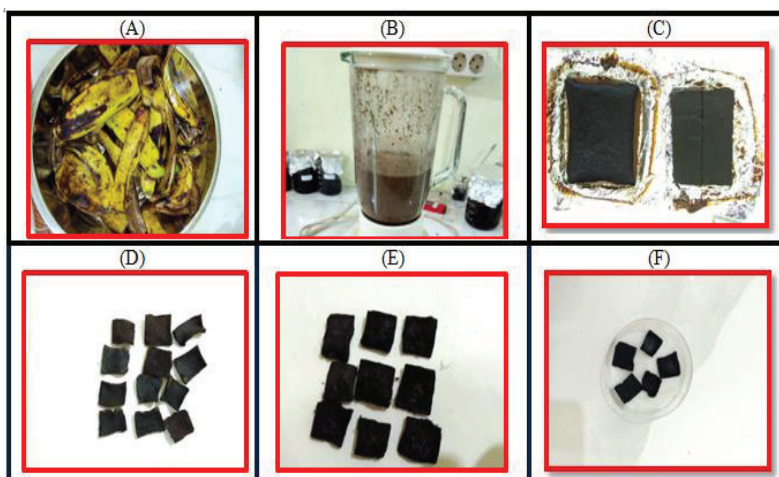
Karbonisasi menggunakan furnace yang dialiri gas N₂ dengan variasi temperatur karbonisasi yaitu 500°C, 600°C, 700°C dan 800°C selama 8 jam - 9 jam. Profil pemanasan dibuat bertingkat pada temperatur 285 °C yang ditahan selama 1 jam. Pemilihan temperatur tahan ini berdasarkan hasil pengujian DTA/TGA dari hasil serbuk kulit pisang yang sudah dikeringkan.

Aktivasi fisika dilakukan dengan menempatkan ECP yang telah dikarbonisasi ke dalam *furnace* dan kemudian dilakukan pengaliran gas CO₂. Proses ini diawali dengan menggunakan temperatur kamar hingga mencapai temperatur 800 °C dan ditahan selama 2 jam [4]. Secara rinci proses pembuatan elektroda karbon dari kulit pisang ditunjukkan pada Gambar 1.

Pengukuran densitas dapat dilakukan dengan mengukur panjang, lebar dan tebal ECP menggunakan jangka sorong serta mengukur massa ECP dengan timbangan elektronik. Besarnya densitas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Dimana ρ = massa jenis elektroda (g/cm³), m =massa elektroda (g), V =volume elektroda (cm³)



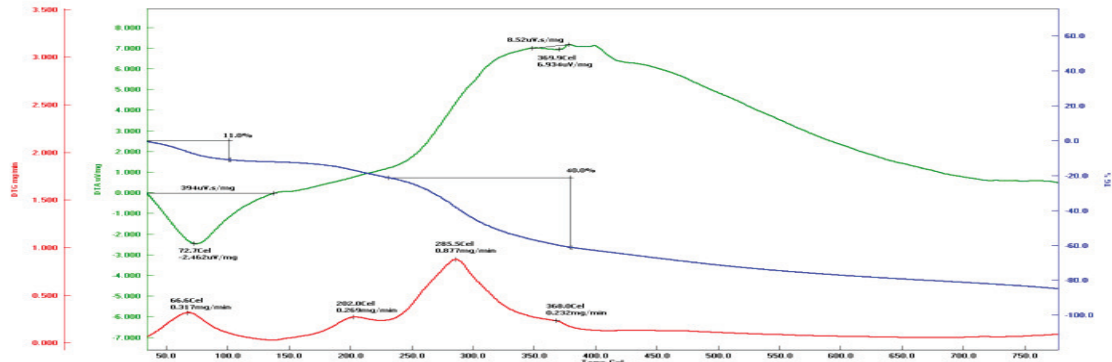
Gambar 1. Persiapan elektroda karbon kulit pisang (A) kulit pisang (B)kulit pisang diblender (C)kulit pisang setelah dioven suhu 150 °C (D) kulit pisang setelah aktivasi kimia (E)ECP setelah karbonisasi dan (F) ECP setelah aktivasi fisika.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil *Thermogravimetry Analyzer* (TGA)

Hasil pengujian TGA pada Gambar 2. menunjukkan ada 4 fase pengurangan massa yang terjadi. Fase pertama pada temperatur 66,6 °C pengurangan massanya sebesar 0,317 mg/min, pengurangan massa ini disebabkan akibat dari hilangnya air yang disebut dehidrasi. Pengurangan massa kedua pada temperatur 202 °C sebesar 0,26 mg/min, pada temperatur ini terjadi dekomposisi bahan-

bahan selain karbon seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Dekomposisi terus terjadi hingga suhu 368 °C dan pengurangan massa maksimum terjadi pada temperatur 285,5 °C yaitu sebesar 0,877 mg/min. Pada grafik TG dapat dilihat pengurangan persen massa dari sampel. Pengurangan massa sampel dari temperatur kamar hingga 100 °C sebesar 11 %, sedangkan pada temperatur sekitar 225 °C hingga 375 °C pengurangan massa sebesar 40 %. Dikarenakan terjadi proses penguapan air yang terikat pada sampel.



Gambar 2. Grafik hasil pengukuran TGA

B. Hasil karbonisasi

Pada proses karbonisasi terjadi penyusutan massa sampel. Hal ini dikarenakan pemanasan yang diberikan saat proses karbonisasi berlangsung dapat menghilangkan komponen-komponen pengotor pada arang seperti kadar air, komponen volatile, dan mineral sehingga meningkatkan kadar karbon dan sekaligus menambah keteraturan stukturanya. Dari Tabel 1 didapatkan penyusutan massa ECP kulit pisang saat proses karbonisasi pada masing-masing temperatur sebesar 65,3%, 70,4%, 73,43%, 73,42%.

Tabel 1. Penyusutan massa ECP pada proses karbonisasi

SK(°C)	M _{Aw} (g)	M _{Ak} (g)	PP(%)
500	9,429	3,271	65,3
600	8,345	2,467	70,4
700	15,556	4,133	73,43
800	11,156	2,965	73,42

Ket: SK=suhu karbonisasi, M_{Aw}=massa awal, M_{Ak}=massa akhir, PP=persentase penyusutan

Besarnya penyusutan massa pada suhu 700 °C dikarenakan pengaruh jumlah massa

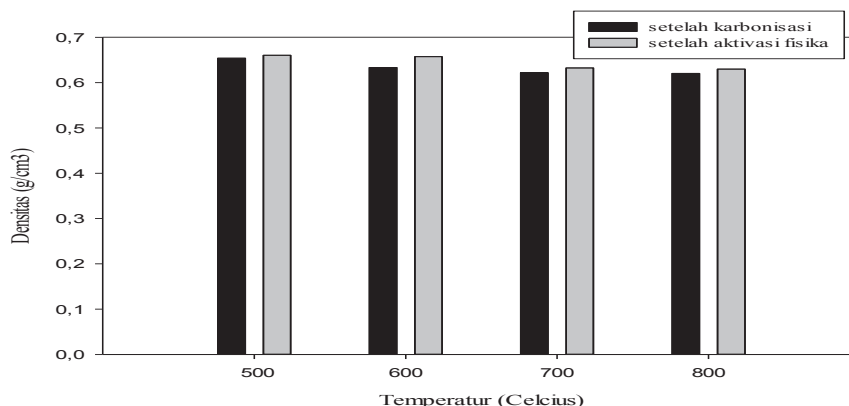
sebelum karbonisasi dan masih banyaknya kadar air yang terkandung. Pengaruh besar massa pada suhu 700 °C juga dikarenakan besar ketebalan dan volume sampel, seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Pengaruh suhu karbonisasi lebih terlihat pada pengukuran densitas, sedangkan besar massa ECP tergantung pada ketebalannya. Jika nilai massa besar maka nilai ketebalan sampel juga besar begitu pula sebaliknya. Elektroda karbon setelah karbonisasi dan setelah aktivasi fisika memiliki densitas yang berbeda-beda untuk masing-masing variasi karbonisasi. Elektroda setiap masing-masing temperatur memiliki densitas sebesar 0.653 g/cm³, 0.633 g/cm³, 0.621 g/cm³ dan 0.620 g/cm³. Sedangkan setelah aktivasi fisika memiliki besar densitas 0.66 g/cm³, 0.657 g/cm³, 0.632 g/cm³ dan 0.629 g/cm³. Perbandingan densitas masing-masing temperatur dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 2. Perbandingan tebal, volume, masaa dan densitas ECP

Suhu (°C)	Karbonisasi				Aktivasi Fisika			
	T	V	M	D	T	V	M	D
500	0,180	0,226	0,149	0,653	0,165	0,195	0,131	0,660
600	0,148	0,189	0,113	0,633	0,136	0,165	0,109	0,657
700	0,207	0,302	0,187	0,621	0,173	0,284	0,178	0,632
800	0,198	0,250	0,155	0,620	0,161	0,183	0,113	0,629

Ket : T=tebal (cm³), V=volume(cm³), M=massa (g) dan D=densitas(g/cm³)



Gambar 3. Perbandingan nilai densitas setelah karbonisasi dan setelah aktivasi fisika

4. KESIMPULAN

Semakin tinggi suhu karbonisasi maka semakin besar nilai densitasnya. Hal ini dipengaruhi oleh besar suhu dan waktu karbonisasi. Lamanya waktu karbonisasi menyebabkan pengurangan kadar air pada ECP dan peningkatan kadar karbon karena semakin banyak bahan yang terurai dan teruapkan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada penyokong dana penelitian yaitu Proyek HIKOM tahun 2016 yang diberikan kepada Peneliti utama Dr. Erman Taer, M.Si.

6. REFERENSI

[1] Mopoung, S. 2008. *Surface Image of Charcoal and Activated Charcoal from Banana Peel.*

Journal of Microscopy Society of Thailand 22: 15-19.

- [2] F. Destyorini., A. Suhandi., A. Subhan., N. Indayaningsih. 2010. Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap Struktur dan Konduktivitas Listrik Arang Serabut Kelapa. *Jurnal Himpunan Fisika Indonesia* 10: 122-132.
- [3] E. Taer., Desmawati., Sugianto., R.Taslim. 2015. Pembuatan dan Karakterisasi Sifat Fisika Green Karbon Paper Tanpa Menggunakan Perekat Menggunakan Limbah Biomassa. *Jurnal Seminar nasional Fisika IV*: 47-50.
- [4] Park, B.O., Lokhande, C. D., Hyung-Sang Park, Kwang-Deog Jung and Oh-Shim Joo 2004. "Performance of supercapacitor with electrodeposited ruthenium oxide film electrodes-effect of film thickness." *Journal of Power Sources* 134 (1) : 148-152.