

Karakteristik Karbon Aktif Kulit Kacang Tanah

Bagus Putu Rama Kusuma¹⁾, Ni Made Dwidiani^{2)*}, Nitya Santhiarsa³⁾,
Achmad Subhan⁴⁾, Evvy Kartini⁵⁾, Wagiyong Honggowiranto⁶⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, 80361

⁴⁾Pusat Penelitian Fisika LIPI

Kawasan PUSPITEK Serpong, Muncul, Tangerang, Banten 15314

^{5,6)}Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju BATAN

Gd. 71 BATAN, Kawasan PUSPITEK Serpong, Muncul, Tangerang, Banten 15314

Abstrak

Karakteristik karbon aktif dari kulit kacang tanah (PSAC) menjadi tujuan penelitian ini dilakukan. Kualitas karbon aktif dapat diketahui secara kualitatif melalui analisa tampak morfologi permukaan pori yang terbentuk, maupun secara kuantitatif melalui analisa kandungan fixed carbon. Sintesis karbon aktif dilakukan melalui proses aktivasi kimia menggunakan $ZnCl_2$ 0, 2, 3, dan 4 molar. Dilanjutkan aktivasi fisika dalam aliran gas argon pada suhu $500^\circ C$ menggunakan tube furnace. Sampel karbon aktif kemudian dikarakterisasi melalui pengujian SEM dan Proximate. Hasil SEM menunjukkan morfologi bentuk pori dari tiap sampel yang bulat, dan seiring meningkatnya konsentrasi larutan aktivator, jumlah pori yang terbentuk juga semakin banyak dan teratur. Sedangkan hasil uji Proximate menunjukkan bahwa semakin tingginya konsentrasi aktivator $ZnCl_2$ justru menurunkan kandungan fixed carbon dari sampel karbon aktif, hal ini ditunjukkan pada nilai fixed carbon dari tiap sampel PSAC0, PSAC2, PSAC3, dan PSAC4 berturut-turut sebesar 44,38%, 54,43%, 53,54%, dan 48,54%.

Kata kunci: kulit kacang tanah, karbon aktif, morfologi, fixed carbon.

Abstract

This study aims to learn the characteristic of peanut shells activated carbon (PSAC). Activated carbon's quality can be learned through qualitative and quantitative method with surface morphology analysis and fixed carbon content analysis. Activated carbon was synthesized with a simple route involving $ZnCl_2$ chemical activation in concentration's variation of 0, 2, 3, and 4 molar. Then continued by physical activation process in $500^\circ C$, under argon atmosphere using tube furnace. The PSAC samples then characterized using SEM and Proximate method. The results showed that the pore shape morphology of all samples are rounded formed, and as the increase of concentration, the more pores are neatly formed. Whereas the Proximate test result showed that the increase of $ZnCl_2$ concentration precisely reduce the fixed carbon of all samples. The fixed carbon content of PSAC0, PSAC2, PSAC3, and PSAC4 showed of 44,38%, 54,43%, 53,54%, and 48,54%, respectively.

Keywords: peanut shells, activated carbon, morphology, fixed carbon.

1. Pendahuluan

Kacang tanah merupakan tanaman herba yang sangat mudah dijumpai di negara tropis seperti Indonesia. Bagian dari kacang tanah yang dominan untuk dikonsumsi adalah polongnya [1]. Polong kacang tanah sendiri terdiri dari biji dan kulit, dimana kulitnya sendiri belum dimanfaatkan secara maksimal dan masih menjadi limbah yang merugikan lingkungan. Produksi kacang tanah di Indonesia masih cukup tinggi, yakni mencapai 7.065 ton pada akhir tahun 2015 [2]. Kulit kacang tanah dapat menjadi limbah organik yang sangat berpotensi dimanfaatkan sebagai karbon aktif.

Penelitian terkait karbon aktif yang memanfaatkan kulit kacang tanah sebagai bahan dasar telah dilakukan sebelumnya [3][4]. Namun pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, temperatur karbonisasi maupun aktivasi fisika dalam pembuatan karbon aktif kulit kacang tanah masih tergolong cukup tinggi ($>500^\circ C$) dengan konsentrasi larutan aktivator yang rendah (2 molar). Sedangkan

menurut Rezky, dkk, perlakuan karbonisasi dengan $500^\circ C$ sudah menunjukkan abu [3], hal ini disebabkan karena $ZnCl_2$ sebagai aktivator karbon aktif berperan sebagai agen dehidrasi yang mengarahkan pembentukan arang pada temperatur di bawah $500^\circ C$ [5].

Dalam hal ini diperlukan penelitian dengan penetapan suhu karbonisasi yang rendah namun dengan konsentrasi aktivator yang divariasikan untuk memperjelas pengaruh konsentrasi terhadap kualitas karbon aktif. Adapun persoalan yang dibahas dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi aktivator $ZnCl_2$ terhadap morfologi permukaan karbon aktif kulit kacang tanah?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi aktivator $ZnCl_2$ terhadap kandungan fixed carbon pada karbon aktif kulit kacang tanah?

Terdapat beberapa hal yang ditentukan untuk membatasi penelitian ini sebagai berikut.

1. Pengujian hanya meliputi uji SEM, dan uji *Proximate*.
2. Temperatur ruang kerja berada pada suhu ruangan.
3. Standar pengujian *proximate* menggunakan ASTM D7582 MVA *In Coal*.
4. Limbah dari kulit kacang tanah diperoleh dari Pasar Tradisional Badung, Bali.
5. Semua kulit kacang tanah dianggap memiliki kualitas tumbuh yang sama.

2. Dasar Teori

Komposisi dari kulit kacang tanah yakni 9,5% air, 5,9% abu, 35,7% selulosa, 18,7 % hemiselulosa, dan 30,2% lignin [7]. Dengan kandungan lignin dan selulosa yang tinggi, kulit kacang tanah berpotensi menjadi bahan dasar karbon aktif.

Karbon aktif adalah arang yang diaktifkan melalui proses kimia maupun fisika. Proses aktivasi adalah proses pembentukan pori pada arang dengan cara menghilangkan hidrogen dan bahan aktif (gugus hidrokarbon) agar diperoleh pori-pori terbentuk yang lebih banyak [8].

Aktivator $ZnCl_2$ sendiri merupakan senyawa yang cocok untuk proses degradasi lignoselulosa dari kulit kacang tanah [9][10]. Menurut Ma, dkk, $ZnCl_2$ berperan sebagai agen dehidrasi yang mendorong proses pembentukan arang pada temperatur $>500^\circ C$ [5]. Hal ini sesuai dengan sifat kulit kacang tanah dimana menurut Rezky, dkk, dengan *treatment* panas melebihi suhu $500^\circ C$ akan menghasilkan abu yang signifikan sehingga menurunkan kadar karbon tetap dari sampel karbon aktif [3].

3. Metode Penelitian

3.1 Alat

Berikut ini merupakan peralatan yang digunakan dalam penelitian.

1. Sikat (pembersih kulit kacang)
2. Oven (dehidrasi)
3. Kendi tanah liat (wadah pembakaran)
4. Loyang oven
5. *Furnance*
6. *Thermocouple*
7. Mortal
8. Saringan 100 *mesh*
9. Timbangan digital
10. *Tube furnance*
11. *Scanning Electron Microscope* (SEM)
12. *Proximate Analyzer* (TGA 701)

3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan selama preparasi karbon aktif adalah sebagai berikut.

1. Kulit kacang tanah
2. $ZnCl_2$ 2, 3, dan 4 molar
3. Pasir silika
4. Air bersih
5. Akuades
6. Kertas lakmus
7. Gas nitrogen

8. Gas oksigen
9. Gas argon

3.3 Preparasi Karbon Aktif

Tahapan preparasi karbon aktif terdiri dari proses dehidrasi, karbonisasi, aktivasi, dan pencucian. Dalam penelitian ini, proses aktivasi yang digunakan ialah aktivasi kimia-fisika.

1. Proses Dehidrasi

Pada tahapan ini, sampel kulit kacang tanah yang telah dibersihkan menggunakan H_2O , dijemur terlebih dahulu dengan sinar matahari hingga 24 jam, dan dengan oven suhu $120^\circ C$ hingga 12 jam, untuk memaksimalkan pengeringan. Gambar 1 berikut ini menunjukkan proses pembersihan kulit kacang tanah.



Gambar 1. Proses pencucian sampel kulit kacang tanah dengan H_2O

2. Proses Karbonisasi

Arang dalam bentuk serbuk dibuat pada tahapan ini. Sampel kulit kacang tanah yang telah didehidrasi kemudian dibakar menggunakan *furnance* selama 2 jam pada suhu $400^\circ C$, dengan pasir silika sebagai pengisi ruang kosong untuk meminimalisir reaksi antara sampel dengan O_2 selama proses pembakaran. Setelah terbentuk arang, sampel kemudian digerus dan disaring menggunakan saringan 100 *mesh*.

3. Proses Aktivasi

Sampel dalam bentuk serbuk kemudian di impregnasi selama 3 jam dengan larutan aktivator $ZnCl_2$ dengan variasi 2, 3, dan 4 molar, dan rasio berat larutan $ZnCl_2$:arang = 1,5:1. Kemudian sampel yang telah tercampur dipanaskan dalam kondisi vakum selama 8 jam dengan suhu $130^\circ C$. Proses aktivasi dilanjutkan dengan pemanasan suhu $500^\circ C$ selama 2 jam dengan atmosfer argon, 100 mL/menit, $5^\circ C$ /menit. Gambar 2 menunjukkan proses aktivasi kimia mulai dari impregnasi hingga pemanasan dengan oven vakum.



Gambar 2. Proses aktivasi; (A) impregnasi dengan ZnCl₂, (B) oven vakum

4. Proses Pencucian

Setelah sampel diaktivasi, proses pencucian menjadi tahapan akhir yang juga penting dilakukan. Karbon aktif dengan variasi konsentrasi aktivator; selanjutnya disebut PSAC0, PSAC2, PSAC3, dan PSAC4; dibersihkan dengan akuades panas beberapa kali hingga pH netral. Kertas lakmus digunakan sebagai indikator pH netral, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Perubahan warna kertas lakmus setelah beberapa kali proses pencucian

3.4 Metode Uji SEM

Pengujian SEM bertujuan untuk melihat tampak 2 dimensi dari permukaan karbon aktif, dengan demikian dapat dianalisa secara kualitatif mengenai morfologi pori yang terbentuk. Spesimen uji yakni PSAC0, PSAC2, PSAC3, dan PSAC4 dibersihkan menggunakan *ultrasonic cleaner* dengan media aseton sebelum ditempelkan pada *specimen holder* menggunakan *carbon tape*.

Spesimen uji dimasukkan ke dalam *specimen chamber* untuk dilakukan observasi. Setelah observasi, pemotretan dilakukan berdasarkan perbesaran 10 µm.

3.5 Metode Uji Proximate

Uji *proximate* merupakan pengujian pertama yang dilakukan guna mengetahui kandungan *fixed carbon*, kadar air, zat terbang/*volatile*, dan abu pada sampel setelah berbagai perlakuan suhu yang tinggi. Pada prinsipnya, uji *proximate* menganalisis kandungan *fixed carbon* berdasarkan selisih dari 100% berat sampel total dengan pengurangan berat akibat perlakuan suhu.

Analisis kadar air/*moisture* dilakukan pada perlakuan temperatur 105°C selama 90-120 menit dengan atmosfer nitrogen. Analisis kadar zat terbang/*volatile* dilakukan pada temperatur 950°C selama 60 menit dengan atmosfer nitrogen. Sedangkan analisis kadar abu dilakukan pada

temperatur 750°C selama 60 menit dengan atmosfer oksigen. Alat uji *proximate* yang digunakan dalam penelitian ini adalah TGA 710, ditunjukkan pada gambar 3 berikut ini.

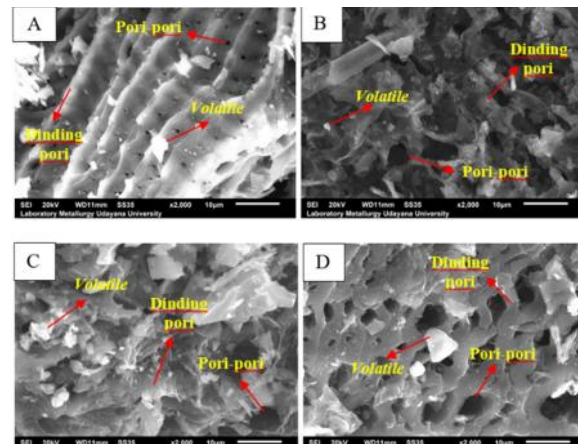


Gambar 3. Alat uji proximate TGA 701

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Uji SEM

Hasil uji SEM dapat dianalisis secara kualitatif (visualisasi) struktur pori-pori yang terbentuk. Perbesaran gambar untuk setiap sampel yang digunakan untuk analisis morfologi dalam penelitian ini adalah perbesaran dengan skala 10 µm. Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian SEM.



Gambar 4. Morfologi permukaan karbon aktif; sampel PSAC0 (A), PSAC2 (B), PSAC3 (C), PSAC4 (D)

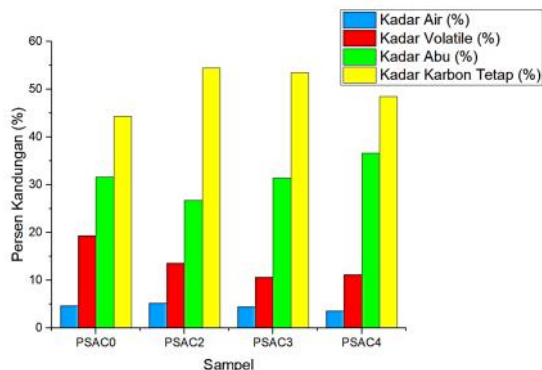
Berdasarkan bentuk pori masing-masing sampel, terlihat bahwa peningkatan konsentrasi aktivator ZnCl₂ dalam proses aktivasi kimia mempengaruhi struktur pori-pori yang terbentuk, dimana tingginya konsentrasi aktivator ZnCl₂ membentuk pori-pori yang lebih banyak pula. Hal ini disebabkan karena tingginya konsentrasi atau kandungan ZnCl₂ dalam larutan aktivator memaksimalkan proses degradasi lignoselulosa sehingga meningkatkan porositas karbon aktif [5].

Bagian-bagian karbon aktif, terlihat pada setiap sampel masih terdapat *volatile*/zat pengotor. Hal ini disebabkan oleh proses pencucian yang kurang maksimal [11]. Dinding pori dari karbon aktif juga

semakin kecil seiring meningkatnya konsentrasi aktivator, hal ini disebabkan oleh porositas yang meningkat.

4.2 Hasil Uji Proximate

Pengujian proximate bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon tetap setelah sampel mengalami perlakuan panas berdasarkan standar ASTM D7582 MVA *In Coal*. Nilai persentase kandungan karbon tetap merupakan selisih dari 100% massa total di awal pengujian dengan persentase kandungan uap air (*moisture*), *volatile*, dan abu. Gambar 5 menunjukkan grafik hasil uji proximate.



Gambar 5. Grafik hasil uji proximate

Kadar air meningkat dari sampel tanpa aktivasi kimia (PSAC0) dengan sampel dengan aktivasi kimia (PSAC2), hal ini disebabkan karena sifat higroskopis dari karbon aktif, dimana sampel dengan jumlah pori yang lebih banyak memiliki kemampuan menyerap air dari udara lebih baik [12][11]. Namun seiring peningkatan konsentrasi larutan aktivator $ZnCl_2$, kadar air justru mengalami penurunan, disebabkan oleh sifat *dehydrating agent* yang dimiliki aktivator $ZnCl_2$ cukup baik untuk menurunkan kadar air dari karbon aktif [5][13].

Nilai kadar abu meningkat seiring peningkatan konsentrasi larutan aktivator $ZnCl_2$, karena meningkatnya pembentukan pori seiring peningkatan konsentrasi aktivator, menyebabkan terbakarnya bidang permukaan karbon aktif selama proses aktivasi fisika menghasilkan abu. Sehingga kadar abu yang dihasilkan akan semakin banyak apabila pori-pori yang terbentuk semakin banyak pula. Sedangkan PSAC0 juga memiliki kadar abu yang tinggi, karena tidak dibersihkan/ dicuci setelah proses aktivasi fisika [13].

5. Kesimpulan

Penelitian dengan judul “Karakteristik Karbon Aktif Kulit Kacang Tanah” telah berhasil dilakukan. Adapun beberapa kesimpulan yang dapat ditarik, yakni sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengujian SEM, peningkatan konsentrasi aktivator $ZnCl_2$ dalam proses aktivasi akan mendorong pembentukan pori-pori lebih banyak, juga bentuk/struktur pori-pori yang lebih teratur.

2. Konsentrasi aktivator $ZnCl_2$ mempengaruhi besarnya kandungan *fixed carbon* pada karbon aktif kulit kacang tanah. Semakin besar konsentrasi aktivator $ZnCl_2$ maka semakin kecil pula kandungan *fixed carbon* dari karbon aktif pada perlakuan suhu aktivasi maupun karbonisasi yang sama.

Daftar Pustaka

- [1] M. A. Perea-Moreno, F. Manzano-Agugliaro, Q. Hernandez-Escobedo, And A. J. Perea-Moreno, 2018, *Peanut Shell for Energy: Properties and Its Potential to Respect The Environment, Sustain.*, Vol. 10, No. 9, Pp. 1–15.
- [2] Badan Pusat Statistik, 2016, *Produksi Kacang Tanah Menurut Provinsi (Ton), 1993-2015*.
- [3] R. Novridha, M. Zakir, And Maming, 2012, *Modifikasi Permukaan Karbon Kulit Kacang Tanah (Arachis Hypogaea L.) Melalui Proses Aktivasi Kimia*.
- [4] D. Gandaningrum, 2016, *(Arachis Hypogaea L.) Sebagai Adsorben dalam Penurunan Kadar Anion Sulfida*.
- [5] H. Kristianto, 2017, *Review: Sintesis Karbon Aktif dengan Menggunakan Aktivasi Kimia $ZnCl_2$, Integrasi*, Vol. 6, No. 3, Pp. 104–111.
- [6] R. V. R. And U. R. Murthy, 1994, *Botany-Morphology And Anatomy Of Groundnut*, London: The Groundnut Crop.
- [7] G. U. Raju, S. Kumarappa, And V. N. Gaitonde, 2012, *Mechanical and Physical Characterization of Agricultural Waste Reinforced Polymer Composites, J. Mater. Environ. Sci.*, Vol. 3, No. 5, Pp. 907–916.
- [8] R. Sudradjat And G. Pari, 2011, *Arang Aktif: Teknologi Pengolahan dan Masa Depan*, Jakarta: Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan.
- [9] Y. Ma, Q. Wang, X. Wang, X. Sun, And X. Wang, 2015, *A Comprehensive Study on Activated Carbon Prepared From Spent Shiitake Substrate Via Pyrolysis With $ZnCl_2$, J. Porous Mater.*, Vol. 22, No. 1, Pp. 157–169.
- [10] B. Liu, J. Gu, And J. Zhou, 2016, *High Surface Area Rice Husk Based Activated Carbon Prepared By Chemical Activation With $ZnCl_2$ $CuCl_2$ Composite Activator, Environ. Prog. Sustain. Energy*, Vol. 35, No.

- 1.
- [11] Fitriany Faujiah, 2012, *Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Limbah Padat Industri Agar-Agar sebagai Adsorben Logam Berat dan Bahan Organik dari Limbah Industri Tekstil*, Institut Pertanian Bogor.
- [12] G. S. Pambayun, R. Y. E. Yulianto, M. Rachimoellah, And E. M. M. Putri, 2013, *Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa dengan Aktivator $ZnCl_2$ dan Na_2CO_3 sebagai Adsorben untuk Mengurangi Kadar Fenol dalam Air Limbah*, *J. Tek. Its*, Vol. 2, No. 1, Pp. F116–F120.
- [13] D. A. Prastiwi, 2014, *Penggunaan $ZnCl_2$ sebagai Aktivator Karbon Aktif dari Limbah Padat Agar dan Aplikasinya sebagai Adsorben pada Limbah Cair Industri Tahu*,” Institut Pertanian Bogor,.

	<p>Bagus Putu Rama Kusuma, menyelesaikan studi program sarjana di Teknik Mesin, Universitas Udayana dari tahun 2015 sampai 2019. Ia menyelesaikan studi dengan topik Variasi Konsentrasi Aktivator Karbon Aktif terhadap Kapasitansi Spesifik Superkapasitor.</p>
<p>Area penelitian yang diminati adalah Rekayasa Manufaktur.</p>	