



**OPTIMASI PROSES PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI KULIT
SINGKONG MENGGUNAKAN AKTIVATOR $ZnCl_2$**

Ananda Monarita, Novi Sylvia, Nasrul ZA, Ishak Ibrahim, Rozanna Dewi
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355
Korespondensi: HP: 0852-6004-6742, e-mail: Novi.sylvia@unimal.ac.id

Abstrak

Karbon aktif adalah suatu bahan yang mengandung unsur karbon 85-95% dan merupakan padatan berpori. Karbon aktif ini merupakan hasil pemanasan bahan yang mengandung karbon pada suhu tinggi tetapi tidak teroksidasi. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah Kulit Singkong dan aktivatornya berupa $ZnCl_2$. Adapun tujuan penelitian ini untuk mengkaji kondisi operasi pada suhu dan waktu pembakaran diproses karbonisasi, menganalisa kadar air, kadar abu, kadar karbon terikat, dan daya serap terhadap larutan I_2 pada Karbon aktif. Penelitian ini dilakukan menggunakan RSM (Response Surface Methodology). Kulit Singkong yang digunakan sebanyak 500 gram dan aktivatornya $ZnCl_2$ 10% dengan suhu karbonisasi $300^\circ C$, $350^\circ C$ dan $400^\circ C$, waktu karbonisasi selama 1,5 ; 2 ; dan 2,5 jam dan lamanya waktu aktivasi selama 1 jam.

Kata kunci: Karbon aktif, aktivasi, karbonisasi, kadar abu, kadar air, kadar karbon terikat dan daya serap I_2

1. Pendahuluan

Karbon aktif adalah suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi, dengan menggunakan gas, uap air dan bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka (Suprabawati, Holiyah, & Jasmansyah, 2018).

Daya serap karbon aktif ditentukan oleh luas permukaan partikel. Dengan demikian, karbon akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia (Pari, 1999). Luas permukaan yang luas disebabkan karbon mempunyai permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada di dalam suatu larutan (Utomo, 2014).

Sedangkan karbon aktif *granular* atau pellet yang sangat keras diament pori berkisar antara 10 - 200Å, tipe pori lebih halus, digunakan dalam fase gas, berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, katalis, pemisahan, dan pemurnian gas(Maulinda et al., 2015).

Karena struktur yang berpori inilah, karbon aktif banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti adsorben zat warna (Suliestyah, 2021), adsorben logam berat, adsorben gas, *support* katalis, elektroda superkapasitor (Permatasari, Khasanah, & Widowati, 2014).

Beberapa jenis agen aktivasi yang umum digunakan adalah H_3PO_4 , KOH, dan $ZnCl_2$ (Setiyoningsih, 2018). Pada penelitian ini akan membuat karbon aktif dari kulit singkong menggunakan aktivasi $ZnCl_2$.

2.3 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Secara umum, proses pembuatan karbon aktif terdiri dari 3 tahap yaitu dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi.

2.4.1 Dehidrasi

Dehidrasi adalah proses penghilangan kandungan air yang terdapat dalam bahan baku karbon aktif dengan tujuan untuk menyempurnakan proses karbonisasi dan dilakukan dengan cara menjemur bahan baku di bawah sinar matahari atau memanaskannya dalam oven.

2.4.2 Proses Karbonisasi

Karbonisasi merupakan suatu proses pemanasan pada suhu tertentu dari bahan-bahan organik dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas, biasanya dilakukan dalam *furnace*. Tujuan dari dilakukannya proses karbonisasi adalah untuk menghilang senyawa-senyawa yang mudah menguap dalam bentuk unsur-unsur non karbon, hidrogen, dan oksigen.

Tabel 2.1 Kandungan zat gizi pada kulit singkong per 100 gram

Kandungan zat gizi kulit singkong	Gram
Selulosa	30-50%
Hemiselulosa	15-35%

Lignin	13-30%
Kadar Air	11-20%

(Inna, 2015)

Tabel 2.2 Standar Karbon Aktif (SNI) 06-3730-1995

Jenis Persyaratan	Parameter
Kadar Air	Maksimal 15 %
Kadar Abu	Maksimal 10 %
Kadar Zat Menguap	Maksimal 25 %
Kadar Karbon Terikat	Minimal 65 %
Daya Serap Terhadap I ₂	Minimal 750 mg/g
Daya Serap Terhadap Benzena	Minimal 25 %

(Sumber Badan Standardisasi Nasional 1995).

2. Bahan dan Metode

a) Alat Yang Digunakan

1. Ayakan 100 mesh
2. Cawan Porselin
3. Oven
4. Desikator
5. *Beaker Glass*
6. Neraca Digital
7. pH Meter
8. Labu Ukur
9. Pipet ukur
10. *Furnace*
11. Kertas Saring

3.2.2 Bahan-bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Kulit Singkong

2. Aquades
3. ZnCl_2 10%
4. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N
5. I_2 0.1N

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Tetap

1. Massa karbonaktif 10 gram
2. Konsentrasi aktivator ZnCl_2 10% 100 ml
3. Ukuran Karbon aktif 100 mesh
4. Waktu aktivasi 1 jam

3.3.2 Variabel Bebas

1. Suhu Karbonisasi ($^{\circ}\text{C}$) = 300 $^{\circ}\text{C}$, 350 $^{\circ}\text{C}$ dan 400 $^{\circ}\text{C}$
2. Waktu Karbonisasi(Jam) = 1,5 ; 2 ; dan 2,5 jam

3.3.3 Analisa Hasil

1. Kadar air
2. Kadar abu
3. Kadar karbon terikat
4. Daya serap terhadap larutan I_2

3.4 Prosedur Kerja

Penelitian ini di *design* menggunakan *response surface methodology* (RSM) dengan *Software Design Expert* 7. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan proses yaitu meliputi tahap persiapan bahan baku, tahap karbonasi, tahap aktivasi, tahap penetralan dan tahap analisa

3.4.1 Persiapan Bahan Baku

1. Kulit singkong terlebih dahulu di cuci dengan air keran untuk menghilangkan kotorannya
2. Bahan baku dipotong kecil-kecil kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven 105 $^{\circ}\text{C}$ selama 18 jam

3.4.2 Tahap Karbonisasi

1. Kulit singkong sebanyak 500 gram yang telah di oven kemudian di karbonisasi pada suhu dan waktu yang telah divariasikan menggunakan *furnace*.
2. Kemudian karbon aktif hasil karbonisasi dihaluskan dan disaring menggunakan ayakan 100 mesh

3.4.3 Tahap Aktivasi

1. Bahan baku yang telah dikarbonisasi, kemudian diaktivasi sebanyak 10 gr dengan cara direndam menggunakan larutan $ZnCl_2$ 10% 100 ml, proses ini berlangsung pada suhu $80^\circ C$ selama 1 jam menggunakan *Magnetic Stirrer dan Hot Plate*
2. Karbon aktif hasil aktivasi selanjutnya diendapkan selama 24 jam
3. Kemudian di keringkan menggunakan oven pada suhu $105^\circ C$ selama 2 jam

i. Tahap Netralisasi atau Pencucian

1. Endapan karbon aktif dinetralisasi dengan cara dicuci berkali-kali menggunakan aquades sampai pHnya normal (pH antara 6-7)
2. Setelah dicuci karbon aktif dioven selama 24 jam pada suhu $105^\circ C$
3. Karbon aktif kemudian disimpan menggunakan desikator untuk menjaga karbon aktif tetap kering.

3.4.5 Tahap Analisa

3.4.5.1 Kadar Air

1. Kedalam cawan porselin karbon aktif ditimbang sebanyak 3 gram
2. Kemudian dimasukkan kedalam oven selama 1 jam dengan suhu $105^\circ C$ sampai kadar air konstan.
3. Setelah itu ditimbang massa sampel kembali sebagai berat akhir dan dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{(\text{Berat awal} - \text{Berat akhir})}{\text{Berat Awal}} \times 100\%$$

3.4.5.2 Kadar Abu

1. Sampel ditimbang sebanyak 3 gram dan dimasukkan kedalam cawan porselin.

2. Kemudian dimasukkan kedalam *furnace* dengan suhu 600°C selama 1 jam
3. Setelah 1 jam sampel ditimbang kembali.
4. Kadar abu dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu} = \frac{B}{A} \times 100\%$$

Keterangan: A = sampel sebelum difurnace (awal)

B = sampel setelah difurnace (akhir)

3.4.5.3 Kadar Karbon Terikat

Untuk menentukan kadar karbon terikat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{K.K. Terikat (\%)} = 100 \% - (\text{K. zat terbang (\%)} + \text{Kadar abu (\%)})$$

$$\% \text{ VM} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\%$$

Keterangan: VM : Kadar zat terbang

m1 : Berat wadah

m2 : Berat wadah + sampel

m3 : Berat wadah + sampel (setelah difurnance)

3.4.5.4 Daya Serap Terhadap Larutan I₂

1. Bahan adsorbat yang digunakan adalah larutan I₂ 0,1 N sebanyak 20 ml dan sampel karbon aktif 0,5 gram dimasukkan ke dalam Erlenmeyer
2. Kemudian dikocok selama 15 menit pada suhu kamar dan selanjutnya disaring.
3. Filtrat sebanyak 10 ml dititrasi dengan larutan Na₂S₂O₃ 0,1 N hingga berwarna kuning muda lalu diberi beberapa tetes larutan pati 1 % dititrasi dilanjutkan sampai warna biru hilang.

Hasil Penelitian

Penelitian ini di desain menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) dengan *Software Design Expert* V.6.0.8

Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian Menggunakan *Software Design Expert* V.6.0.8.

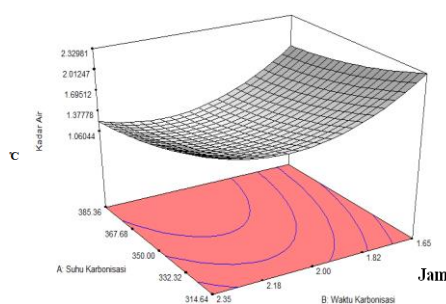
RUN	Variabel Bebas	Variabel Terikat
-----	----------------	------------------

	Suhu Karbonisasi (°C)(x ₁)	Waktu Karbonisasi (Jam)(x ₂)	Kadar Air (%)(y ₁)	Kadar Abu (%)(y ₂)	Kadar Karbon Terikat (%)(y ₃)	Daya Serap Iodin (mg/g)(y ₄)
1	350.00	2.00	1.3	3.6	73.8	1553.93
2	314.64	2.35	2	3	72.5	1477.77
3	350.00	2.00	1.3	3.6	73.8	1553.93
4	385.36	1.65	2	4	74.3	1503.16
5	314.64	1.65	2.6	2	71.7	1401.62
6	350.00	2.50	1.6	4	74.6	1680.86
7	350.00	1.50	2.3	3	73.3	1452.39
8	385.36	2.35	1.3	4.6	75.7	1757.02
9	350.00	2.00	1.3	3.6	73.8	1553.93
10	350.00	2.00	1.3	3.6	73.8	1553.93
11	300.00	2.00	1.6	3	71.3	1503.16
12	350.00	2.00	1.3	3.6	73.8	1553.93
13	400.00	2.00	1	6.3	76.3	1579.32

1. Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Terhadap Kadar Air Karbon Aktif Kulit Singkong

Berdasarkan Gambar 4.1 didapatkan model kuadratik sebagai model permukaan respon aktivitas terhadap suhu dan waktu berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Adapun model yang dihasilkan adalah bentuk persamaan matematis yang disusun sebagai berikut:

$$Y_1 = +25.95291 - 0.052596 X_1 - 13.30962 X_2 + 7.00000E-005 X_1^2 + 3.30000 X_2^2 + 2.00000E-003 X_1 X_2$$



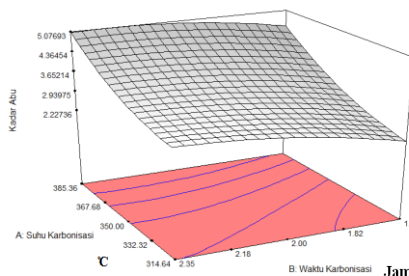
Gambar 4.1 Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Terhadap Kadar Air

Gambar 4.1 menunjukkan nilai kadar air yang dihasilkan dari penelitian berkisar 1% - 2,6%. Kadar ini telah memenuhi persyaratan karbon aktif menurut SNI 06-3730-1995 yaitu kurang dari 15%. Suhu dan lamanya waktu karbonisasi berpengaruh terhadap kadar air.

2. Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Terhadap Kadar Abu Karbon Aktif Kulit Singkong

Berdasarkan Gambar 4.2 didapatkan model kuadratik sebagai model permukaan respon aktivitas terhadap suhu dan waktu berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Adapun model yang dihasilkan adalah bentuk persamaan matematis yang disusun sebagai berikut:

$$Y_2 = +13.55136 - 0.15427 X_1 + 10.86569 X_2 + 2.85000E-004 X_1^2 - 1.75000 X_2^2 - 8.00000E-003 X_1X_2$$



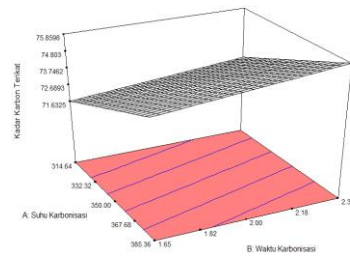
Gambar 4.2 Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Terhadap Kadar Abu

3. Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Terhadap Kadar Karbon Terikat Karbon Aktif Kulit Singkong

Berdasarkan Gambar 4.3 didapatkan model linear sebagai model permukaan respon aktivitas terhadap suhu dan waktu berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Adapun model yang dihasilkan adalah bentuk persamaan matematis yang disusun sebagai berikut:

$$Y_3 = +54.96339 + 0.045506 X_1 + 1.42782 X_2$$

Gambar 4.3 dibawah ini menunjukkan pengaruh suhu dan waktu terhadap kadar karbon terikat karbon aktif.



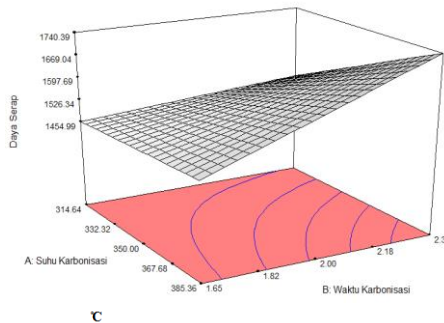
Gambar 4.3 Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Terhadap Kadar Karbon Terikat

4. Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Terhadap Daya Serap I₂ Karbon Aktif Kulit Singkong

Berdasarkan Gambar 4.4 didapatkan model linear sebagai model permukaan respon aktivitas terhadap suhu dan waktu berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Adapun model yang dihasilkan adalah bentuk persamaan matematis yang disusun sebagai berikut:

$$Y_4 = +3371.48959 - 6.47524 X_1 - 1233.66545 X_2 + 4.15420 X_1 X_2$$

Pengaruh suhu dan waktu karbonisasi terhadap daya serap I₂ dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini:



Gambar 4.4 Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Terhadap Daya Serap I₂

5. Penentuan Kondisi Optimum

Parameter yang diberikan untuk masing-masing variabel bebas dan variabel terikat dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.3 Hasil Penelitian Kondisi Optimum Pada Pembuatan Karbon Aktif Kulit Singkong

Suhu (°C)	Waktu (Jam)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Karbon (%)	Daya Serap I ₂ (mg/g)
377.51	2.44	1.6	5	72.7	1657.4

Daftar Pustaka

1. Maulinda, L., Za, N., Sari, D. N., Kimia, J. T., Teknik, F., & Malikussaleh, U. (2015). Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 11–19.
2. Pari, G. (1999). Karakterisasi Arang Aktif dari Arang Serbuk Gergajian Sengon dengan Bahan Pengaktif NH₄HCO₃. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, Vol. 17, pp. 89–100.
3. Setiyoningsih. (2018). Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif Kulit Singkong Menggunakan Aktivator ZnCl₂. *Jurnal Kimia Riset*, 3(1), 13–19.
4. Suliestyah, A. D. A. (2021). *Optimasi Aktivator Zncl2 Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dari Batubara Dan Pengujian Karbon Aktif Sebagai Adsorben Sejarah Artikel Kata Kunci*. 6(2), 191–201. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.25105/pdk.v6i2.9525>
5. Suprabawati, A., Holiyah, N. W., & Jasmansyah, J. (2018). Kulit Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) sebagai Karbon Aktif Dengan berbagai langkah pembuatan untuk Adsorpsi Logam Timbal (Pb²⁺) dalam air. *Jurnal Kartika Kimia*, 1(1), 21–28. <https://doi.org/10.26874/jkk.v1i1.8>
6. Utomo, S. (2014). Effect of Activation Time and Particle Size on Absorption of Active Carbon from Cassava Skin with NaOH Activator. *Prosiding SEMNASTEK Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, (November), 1–4.