

# PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI KULIT KAYU GELAM (*Melaleuca leucadendron*) YANG BERASAL DARI TANJUNG API-API SUMATERA SELATAN

Sri Haryati\*, Adellina Tentri Yulhan, Lisa Asparia

\*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Indralaya-Prabumulih KM.32 Indralaya Ogan Ilir (OI) 30662  
Email: [haryati\\_djoni@yahoo.co.id](mailto:haryati_djoni@yahoo.co.id)

## Abstrak

Hasil penelitian membuktikan bahwa arang aktif dapat dibuat dari bahan organik maupun anorganik yang mengandung kadar karbon tinggi. Dari sejumlah penelitian yang telah dilakukan, penelitian karbon aktif biasanya dari limbah kayu, tempurung kelapa, cangkang buah karet dan sebagainya. Padahal masih banyak yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan karbon aktif, salah satunya adalah kulit kayu gelam yang tumbuh di daerah Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan. Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan variabel suhu karbonisasi (250°C; 350°C; dan 450°C) dan jenis zat aktivator (CaCl<sub>2</sub> 5%; NaOH 5%; dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 5%). Adapun parameter analisa karbon aktif yang diuji adalah kadar air, kadar *volatile matter*, kadar abu, dan daya serap iodium. Analisa kandungan kimia kulit kayu gelam dilakukan menggunakan metode Chesson–Datta yang meliputi kadar air, kadar abu, hemiselulosa, selulosa, dan lignin. Karbon aktif terbaik dengan daya serap iodium sebesar 1007,8242 mg/g dihasilkan dari suhu karbonisasi 350°C, dengan menggunakan zat aktivator NaOH, dan lama aktivasi 24 jam. Analisa kandungan kimia kulit kayu gelam yang diperoleh, yaitu kadar air sebesar 5,72%; kadar abu 1,33%; hemiselulosa 27,42%; selulosa 47,00%; dan lignin 18,28%.

**Kata kunci:** Kulit kayu gelam, kandungan kimia, karbon aktif, daya serap.

## Abstract

*Some research proved that activated carbon could be made from organic materials or anorganic material with very high carbon content. The exist research of activated carbon from wood wastes, coconut shell, rubber fruit shell and so on . In fact, there's a lot of material can be used as raw material, like gelam wood bark from swamp area in Tanjung Api-Api, South Sumatera. The activated carbon was produced with carbonization temperature variable(250°C, 350°C, and 450°C) and activator type (CaCl<sub>2</sub> 5%; NaOH 5%; and H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 5%). The parameter analysis of activated carbon consist of water content, volatile matter content, ash content, and adsorption ability content. Chemical contents of gelam wood bark was analysed by Chesson-Datta methode consist of water content, ash content, hemicellulose, cellulose, and lignin. The best activated carbon with adsorptive capacity of iodine 1007,8242 mg/g obtained from the carbonization temperature of 350°C, using NaOH activators, and activation time 24 hours. Chemical contents of gelam wood bark was obtained, include water content of 5,72%; ash content of 1,33%; hemicellulose of 27,42%; cellulose of 47,00%; and lignin of 18,28%.*

**Keywords:** Gelam wood bark, chemical contents, activated carbon, adsorption ability

## 1. PENDAHULUAN

Karbon aktif merupakan salah satu bahan organik yang cakupan pemakaiannya cukup luas, baik di industri besar maupun kecil. Karbon aktif

biasanya digunakan sebagai katalis, proses penghilangan bau, penyerapan warna, zat purifikasi, dan sebagainya. Apabila ditinjau dari

sumber daya alam di Indonesia yang melimpah, maka sangatlah mungkin kebutuhan karbon aktif dapat dipenuhi dengan produksi dari dalam negeri. Berdasarkan sejumlah penelitian yang telah dilakukan, karbon aktif biasanya dibuat dari tempurung kelapa, ampas tebu, dan serbuk gergaji. Meskipun masih banyak bahan baku lain yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan karbon aktif, salah satunya adalah kulit kayu gelam.

Gelam tumbuh dominan pada lahan rawa sulfat masam dengan jenis tanah glei, glei humik, dan glei bergambut (Bastoni, 2007). Luas lahan rawa di Sumatera Selatan mencapai 1,42 juta ha atau sekitar 16% dari luas wilayahnya (Wahyunto *et al* 2004; Munandar & Yunardi, 2006). Dengan melimpahnya ketersediaan kayu gelam, maka kulit kayu gelam berpotensi dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan karbon aktif karena kulit kayu gelam ini juga dikategorikan sebagai limbah kayu yang belum dimanfaatkan secara optimal.

### 1.1. Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan karbon amorf berbentuk butiran (*granular*) atau serbuk (*powder*) yang telah diaktifkan sehingga memiliki pori-pori yang terbuka dengan daya serap lebih besar dibandingkan dengan karbon biasa. Komponen utama yang dapat digunakan sebagai karbon aktif harus berupa material organik dengan kandungan karbon yang tinggi seperti batubara, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, limbah pinus, ataupun dari limbah kayu.

Karbon aktif terdiri dari 87-97% karbon dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen serta senyawa-senyawa lain yang berasal dari bahan baku atau terbentuk selama proses pembuatan. Volume pori-pori karbon aktif biasanya lebih besar dari 0,2 cm<sup>3</sup>/gram dengan luas permukaan lebih besar dari 500 m<sup>2</sup>/gram dan dapat mencapai 2000 m<sup>2</sup>/gram. Pada proses pengolahan air, karbon aktif berperan sebagai adsorben penghilang bau, rasa dan warna yang disebabkan oleh bahan organik yang terkandung dalam air.

Kontaminan dalam air terserap akibat adanya tarikan dari permukaan karbon aktif lebih

kuat dibandingkan dengan daya tarik dalam larutan. Senyawa-senyawa yang mudah terserap biasanya memiliki nilai kelarutan yang lebih rendah dari karbon aktif. Kontaminan dapat masuk kedalam pori karbon aktif dan terakumulasi didalamnya apabila kontaminan tersebut larut dalam air dengan ukuran porinya yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran pori-pori karbon aktif.

#### 1.1.1. Kegunaan Karbon Aktif

Kegunaan karbon aktif dalam industri di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 1.1.** Manfaat Karbon Aktif dalam Dunia Industri

Industri	Penggunaan
<b>1. Gas</b>	
Pemurnian gas	Desulfurisasi, penghilang gas beracun/bau/asap.
Katalisator	Reaksi katalisator atau pengangkut vinil klorida dan vinil asetat.
<b>2. Zat cair</b>	
Industri obat dan makanan	Penyaring dan penghilang warna/bau/rasa yang tidak diinginkan pada makanan.
Minuman ringan, minuman keras	Penghilang warna dan bau pada arak, minuman keras dan minuman ringan.
Pengolahan air	Penyaring, penghilang bau/warna/zat pencemar dalam air dan alat pengolahan air.
Pengolahan air buangan	Pembersih air buangan dari pencemar/warna/bau/logam berat.
Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut sisa (metanol, etil asetat dan lainnya).
<b>3. Lain-lain</b>	
Pengolahan pulp	Pemurnian, penghilang bau.
Pengolahan pupuk	Pemurnian.
Pengolahan emas	Pemurnian.

Pengolahan minyak makan dan glukosa	Penghilang bau/warna/ rasa yang tidak diinginkan.
-------------------------------------	---

(Sumber : Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, 1997)

### 1.1.2. Syarat Mutu Karbon Aktif

Menurut Standar Industri Indonesia (SII No.0258-88), syarat mutu karbon aktif adalah sebagai berikut :

**Tabel 1.2.** Syarat Mutu Karbon Aktif (SII No.0258-88)

Uraian	Persyaratan	
	Butiran	Padatan
Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	Max 15%	Max 25%
Kadar air	Max 4,5%	Max 10%
Kadar abu	Max 2,5%	Max 10%
Bagian yang tidak mengarang	Tidak ternyata	Tidak ternyata
Daya serap terhadap larutan I <sub>2</sub>	Min 750 mg/g	Min 750 mg/g
Karbon aktif murni	Min 80%	Min 65%
Daya serap terhadap benzene	Min 25	-
Daya serap terhadap <i>methylene blue</i>	Min 60 ml/g	Min 120 ml/g
Kerapatan jenis curah	0,45 - 0,55 g/ml	0,30 - 0,35 g/ml
Lolos ukuran mesh 325	-	Min 90%

(Sumber : Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI 1997)

### 1.1.3. Proses Pembuatan Karbon Aktif

Secara garis besar terdapat tiga tahap pembuatan karbon aktif yaitu:

#### 1) Proses Dehidrasi

Proses dehidrasi bertujuan untuk menghilangkan air yang masih terkandung didalam bahan baku. Caranya dengan menjemur

bahan baku tersebut dibawah sinar matahari atau dengan melakukan pemanasan dengan oven sampai diperoleh bobot konstan.

#### 2) Proses Karbonisasi

Karbonisasi atau pengarangan merupakan suatu proses pemanasan bahan-bahan organik pada suhu tertentu dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas, biasanya dilakukan didalam *furnace*. Proses ini mengakibatkan terjadinya penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk metanol, uap asam asetat, tar dan hidrokarbon. Material padat yang tertinggal setelah karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan pori-pori yang sempit. (Cheresmisinoff,1993).

Faktor-faktor yang mempengaruhi karbonisasi yaitu kadar air, ketebalan bahan baku, kekerasan bahan baku, udara sekeliling dapur pembakaran (*furnace*) dan waktu pemanasan. Selama karbonisasi berlangsung banyak elemen non karbon, hidrogen dan oksigen diubah menjadi gas akibat dekomposisi pirolisis dari bahan mula-mula dan atom-atom karbon bebas mengelompok dalam formasi kristalografis yang dikenal sebagai kristal grafit. Susunan kristal tidak beraturan, sehingga celah-celah bebas tetap ada.

#### 3) Proses Aktivasi

Aktivasi merupakan proses penghilangan zat-zat yang menutupi pori-pori pada permukaan arang. Hidrokarbon pada permukaan arang dapat dihilangkan melalui proses oksidasi menggunakan oksidator yang sangat lemah (CO<sub>2</sub> dan uap air) agar atom karbon yang lain tidak turut teroksidasi. Selain itu dapat juga dilakukan proses dehidrasi dengan garam-garam seperti ZnCl<sub>2</sub> atau CaCl<sub>2</sub>. Unsur mineral akan masuk diantara plat-plat heksagonal dan membuka permukaan yang mulanya tertutup sehingga jumlah permukaan karbon aktif bertambah besar. Proses aktivasi dibedakan menjadi dua bagian, yaitu:

#### a. Proses aktivasi fisika (*Vapor Adsorben Carbon*)

Aktivasi fisika adalah proses aktivasi yang melibatkan adanya gas pengoksidasi seperti udara pada temperatur rendah, uap, CO<sub>2</sub> atau aliran gas pada temperatur tinggi (Pohan,1993).

b. Proses aktivasi kimia (*Chemical Impregnating Agent*)

Aktivasi kimia dilakukan dengan mencampur material karbon dengan bahan-bahan kimia atau reagen pengaktif, selanjutnya campuran dikeringkan dan dipanaskan. Unsur-unsur mineral aktivator masuk diantara plat heksagon dari kristalit dan membuka permukaan yang mulanya tertutup. Sehingga saat pemanasan dilakukan, senyawa kontaminan yang berada dalam pori menjadi lebih mudah terlepas. Hal ini menyebabkan luas permukaan yang aktif bertambah besar dan meningkatkan daya serap karbon aktif.

### 1.2. Kulit Kayu Gelam

Gelam (*Melaleuca leucadendra*) merupakan salah satu tumbuhan yang banyak terdapat di Sumatera Selatan dengan tinggi pohon berkisar antara 10-20 m, kulit batangnya berlapis-lapis dan berwarna putih keabu-abuan dengan permukaan kulit yang terkelupas tidak beraturan. Kulit kayu gelam yang belum dikelola dengan maksimal ternyata dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Kulit kayu gelam mengandung selulosa sebesar 44,19% dimana didalam selulosa tersebut masih mengandung kadar air 1,86% dan kadar abu 1,26%. Kadar air tersebut dapat dihilangkan dengan pemanasan 100-110 °C. Kadar abu menunjukkan kandungan oksida-oksida logam yang terdapat pada selulosa. Kadar abu yang tidak terlalu besar ini dikarenakan unsur hara makro dan mikro yang terkandung pada kayu gelam tidak banyak.

### 1.3. Zat Aktivator

Aktivator adalah senyawa kimia yang berfungsi sebagai reagen pengaktif atom-atom karbon sehingga daya serapnya menjadi lebih baik. Zat aktivator bersifat mengikat air sehingga menyebabkan air yang terikat kuat pada pori-pori karbon yang tidak hilang pada saat karbonisasi menjadi lepas. Selanjutnya zat aktivator tersebut akan memasuki pori dan membuka permukaan arang yang tertutup. Akibatnya pada saat dilakukan pemanasan, senyawa pengotor yang terdapat dalam pori menjadi lebih mudah terserap sehingga luas permukaan karbon aktif semakin besar dan meningkatkan daya serapnya.

Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai aktivator diantaranya  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$  dan sebagainya. Semua bahan aktif ini umumnya bersifat sebagai pengikat air.

### 1.4. Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses pengumpulan substansi terlarut (*soluble*) yang terdapat dalam larutan oleh permukaan benda penyerap (adsorben) dimana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dan penyerapnya. Pada proses adsorpsi yang dibatasi oleh proses difusi film dan difusi pori yang tergantung pada lamanya kontak antara partikel adsorben dan fluida dalam sistem. Bila lamanya waktu kontak relatif lebih sedikit maka lapisan film yang disekeliling partikel akan tebal sehingga proses adsorpsi berlangsung lambat dengan pengadukan yang cukup maka kecepatan difusi film meningkat. Melalui proses adsorpsi ini dikenal istilah adsorbat untuk zat yang diadsorpsi dan adsorben untuk zat yang mengadsorpsi. Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

1) Konsentrasi

Proses adsorpsi sangat sesuai untuk memisahkan bahan dengan konsentrasi rendah dari campuran yang mengandung bahan lain dengan konsentrasi tinggi.

2) Luas Permukaan

Proses adsorpsi tergantung pada banyaknya tumbukan yang terjadi antara partikel-partikel adsorbat dan adsorben. Tumbukan efektif antara partikel itu akan meningkat dengan meningkatkan luas permukaan. Jadi, semakin luas permukaan adsorben maka adsorpsi akan semakin besar.

3) Suhu

Adsorpsi akan lebih cepat berlangsung pada suhu rendah namun pengaruh suhu adsorpsi zat cair tidak sebesar pada adsorpsi gas.

4) Ukuran Partikel

Semakin kecil ukuran partikel yang diadsorpsi maka proses adsorpsinya akan berlangsung lebih cepat.

5) pH

pH mempunyai pengaruh dalam proses adsorpsi. pH optimum dari suatu proses adsorpsi ditetapkan melalui uji laboratorium.

- 6) Waktu Kontak  
Waktu untuk mencapai keadaan setimbang pada proses penyerapan oleh adsorben berkisar antara beberapa menit hingga beberapa jam. (Ginting,2010)

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan

#### 2.1.1. Alat Pembuatan Karbon Aktif

- 1) Furnace
- 2) Oven
- 3) Seperangkat alat *reflux*
- 4) Seperangkat alat titrasi
- 5) *Sieve shaker* 40 mesh
- 6) Pengaduk magnetik
- 7) Kertas saring
- 8) Cawan porselen
- 9) Desikator
- 10) Timbangan analitik
- 11) Erlenmeyer

#### 2.1.2. Bahan

- 1) Kulit kayu gelam
- 2) Akuades
- 3) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 M
- 4) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72%
- 5) Larutan CaCl<sub>2</sub> 5%
- 6) Larutan NaOH 5%
- 7) Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5%
- 8) Larutan Iodium 0,1 N 100 ml
- 9) Natrium tiosulfat 0,1 N
- 10) Amilum

### 2.2 Prosedur Penelitian

#### 2.2.1. Tahap Analisa Kandungan Kimia Kulit Kayu Gelam

Analisa kandungan kimia kulit kayu gelam dilakukan dengan metode Chesson Datta, adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

- 1) Kulit kayu gelam dibersihkan dan dipotong kecil-kecil kemudian diserbukkan dengan alat penghalus, lalu diayak dengan menggunakan *sieve shaker* berukuran 40 mesh.
- 2) 1 gram sampel *direflux* selama 2 jam dengan 150 ml H<sub>2</sub>O pada suhu 100°C.
- 3) Sampel disaring dengan kertas saring kemudian ditambahkan akuades sampai volume filtrat 350 ml.

- 4) Residu dipanaskan ke dalam oven dengan suhu 105°C sampai beratnya konstan (a).
- 5) Residu (a) yang telah dikeringkan selanjutnya *direflux* lagi selama 2 jam dengan 150 ml 0,5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada suhu 100°C.
- 6) Residu (a) disaring kemudian ditambahkan air suling sampai volume filtrat 350 ml.
- 7) Residu (a) dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 105°C sampai beratnya konstan (b).
- 8) Residu (b) yang telah kering lalu ditambahkan dengan 10 ml 72 % (v/v) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada suhu kamar dan didiamkan selama 4 jam, kemudian diencerkan menjadi 0,5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 150 ml, *direflux* kembali dengan suhu 100°C selama 2 jam.
- 9) Sampel selanjutnya disaring dengan penambahan air suling sampai volume filtrat 400 ml.
- 10) Residu (b) dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C sampai beratnya konstan (c).
- 11) Residu (c) selanjutnya diabukan dengan menggunakan *furnace* pada suhu 350°C selama 4 jam kemudian ditimbang (d).

#### Penentuan kadar air

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat kering}}{\text{berat kering}} \times 100\%$$

#### Penentuan kadar lignin

$$\text{Kadar Lignin (\%)} = \frac{c - d}{\text{berat sampel kering}} \times 100\%$$

#### Penentuan kadar abu

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{\text{berat abu (g)}}{\text{berat sampel kering}} \times 100\%$$

#### Kadar selulosa dan hemiselulosa

$$\text{Kadar Hemiselulosa (\%)} = \frac{a - b}{\text{berat sampel kering}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar selulosa (\%)} = \frac{b - c}{\text{berat sampel kering}} \times 100\%$$

#### 2.2.2. Pembuatan Karbon Aktif

- 1) Kulit kayu gelam dibersihkan dan dipotong kecil-kecil.
- 2) Selanjutnya bahan baku dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 110°C.
- 3) Bahan baku dikarbonisasi selama 1 jam dengan menggunakan *furnace* (terdapat

- variasi suhu karbonisasi yaitu 250°C, 350°C dan 450°C).
- 4) Bahan baku diserbukkan menggunakan alat penghalus dan diayak dengan *sieve shaker* berukuran 40 mesh.
  - 5) 50 gram bahan baku dicampurkan ke dalam 200 ml larutan aktivator (terdapat variasi jenis aktivator yaitu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5%, NaOH 5%, CaCl<sub>2</sub> 5%). Proses aktivasi ini dilakukan selama 24 jam.
  - 6) Karbon aktif lalu dicuci dengan akuades dan disaring hingga didapatkan pH 7.
  - 7) Karbon aktif yang telah netral selanjutnya dikeringkan selama 1 jam dengan menggunakan oven pada suhu 110°C.
  - 8) Karbon aktif kemudian dianalisa kadar air, *volatile matter*, adsorpsi iodium dan kadar abu.

### 2.2.3. Analisa Pengujian Karbon Aktif Kulit Kayu Gelam

#### 1) Pengujian kadar air

Timbang 1 gram sampel karbon aktif dan dimasukkan ke dalam cawan. Selanjutnya sampel dipanaskan ke dalam oven selama 1 jam dengan suhu 110°C dengan posisi cawan terbuka tanpa tutup. Lakukan pendinginan sampel dengan menggunakan desikator sampai suhu konstan, lalu timbang berat akhir sampel dengan neraca analitik.

#### Penentuan kadar air

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat kering}}{\text{berat kering}} \times 100\%$$

#### 2) Pengujian kadar *volatile matter*

Sampel karbon aktif yang telah diuji kadar airnya lalu dimasukkan ke dalam *furnace* selama 7 menit pada suhu 900°C dengan posisi cawan tertutup. Lakukan pendinginan sampel dengan menggunakan desikator sampai suhu konstan. Timbang berat akhir sampel dengan menggunakan neraca analitik.

#### Penentuan kadar *volatile matter*

$$\text{Volatile Matter (\%)} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat setelah furnace}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

#### 3) Pengujian kadar abu

Sampel karbon aktif yang telah di uji *volatile matter*nya, dimasukkan ke dalam *furnace* selama 1 jam dengan suhu 750°C dengan posisi cawan terbuka tanpa tutup. Lakukan pendinginan sampel dengan menggunakan desikator sampai suhu konstan. Timbang berat akhir sampel dengan neraca analitik.

#### Penentuan kadar abu

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{\text{berat setelah furnace}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

#### 4) Pengujian daya serap iodium

Karbon aktif ditimbang sebanyak 0,5 gram dan dicampurkan dengan 50 ml larutan iodium 0,1 N. Sampel lalu diaduk selama 15 menit dengan menggunakan *stirrer*. Campuran tersebut kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring untuk diambil filtratnya. Filtrat diambil sebanyak 10 ml dan dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N. Jika warna kuning pada larutan mulai samar tambahkan larutan amilum 1% sebagai indikator ke dalam larutan. Titrasi kembali hingga warna larutan menjadi bening.

#### Penentuan daya serap iodium

$$\text{Daya serap iodin} = \left[ A - \left( \frac{B \times N (\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{N \text{ Iodin}} \right) \right] \times 126,93$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Analisa Kandungan Kimia dalam Kulit Kayu Gelam

**Tabel 3.1.** Hasil Analisa Kandungan Kimia dalam Kulit Kayu Gelam

No.	Komposisi Kimia	Persentase (%)
1.	Kadar Air	5,72
2.	Kadar Abu	1,33
3.	Hemiselulosa	27,42
4.	Selulosa	47,00
5.	Lignin	18,28
	Total	99,75

Tabel di atas merupakan analisa yang pertama dari penelitian ini, yaitu analisa kandungan kimia dalam kulit kayu gelam dengan menggunakan metode Chesson Datta dan dilakukan sebanyak tiga kali percobaan.

Kandungan kimia dari kulit kayu gelam bergantung pada ligkungannya sehingga kayu gelam disetiap daerah memiliki kandungan kimia yang berbeda. Kulit kayu gelam yang digunakan pada pengujian kali ini berasal dari Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan. Kandungan kimia dalam suatu bahan merupakan salah satu faktor penting dalam penentuan kelayakan pembuatan karbon aktif.

Pada proses karbonisasi terdapat beberapa tahapan yang berupa penguapan air, penguraian selulosa, penguraian lignin, dan pemurnian karbon sehingga perlu dilakukan analisa awal untuk mengetahui kandungan kimia bahan baku karbon aktif dari kulit kayu gelam tersebut. Berdasarkan hasil penelitian kadar selulosa pada kulit kayu gelam yang berasal dari daerah Tanjung Api-Api memenuhi standar sebagai bahan baku karbon aktif, yaitu 47% kandungan selulosa dan 27,42% hemiselulosa.

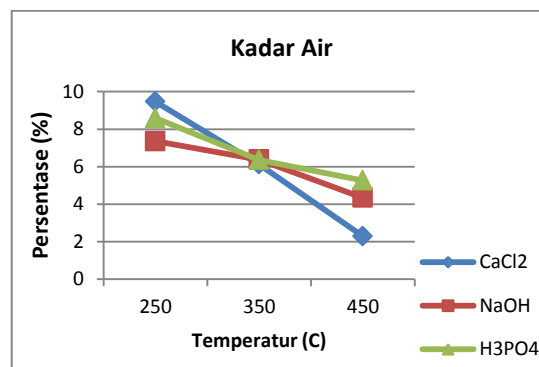
### 3.2. Analisa Hasil Pengujian Karbon Aktif

Pada penelitian ini terdapat empat parameter yang dianalisa yaitu kadar air, *volatile matter*, kadar abu dan daya serap iodium. Tiap sampel akan diuji dengan variasi suhu karbonisasi (250°C, 350°C dan 450°C) dan variasi zat aktivator (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub> dan NaOH). Karbon aktif yang telah diaktivasi harus dicuci menggunakan aquades hingga diperoleh karbon aktif dengan pH netral. Pencucian karbon aktif ini bertujuan untuk menghilangkan zat aktivator (NaOH, CaCl<sub>2</sub>, dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) ataupun zat pengotor lainnya yang masih tertinggal. Hal ini dapat mengurangi daya serap dari karbon aktif karena zat aktivator maupun zat pengotor tersebut dapat menutupi pori-pori dari karbon aktif.

#### 3.2.1. Kadar Air

Grafik di bawah ini menunjukkan perbandingan persentase kadar air karbon aktif pada temperatur 250°C, 350°C, dan 450°C yang

menggunakan zat aktivator CaCl<sub>2</sub>, NaOH, dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Karbon aktif dengan zat aktivator CaCl<sub>2</sub> mengandung kadar air sebesar 9,47% pada temperatur 250°C, 6,12% pada temperatur 350°C, dan 2,29% pada temperatur 450°C. Pada karbon aktif ini terjadi penurunan kadar air yang cukup signifikan dari temperatur 250°C hingga temperatur 450°C.



Gambar 1. Perbandingan kadar air karbon aktif dengan variasi temperatur dan jenis zat aktivator

Pada karbon aktif yang menggunakan zat aktivator NaOH dengan temperatur 250°C diperoleh kadar air karbon aktif sebesar 7,36%, kadar air sebesar 6,38% untuk temperatur 350°C, dan kadar air sebesar 4,35% untuk temperatur 450°C. Grafik di atas juga menunjukkan bahwa kadar air pada karbon aktif dengan menggunakan zat aktivator NaOH juga mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya temperatur karbonisasi.

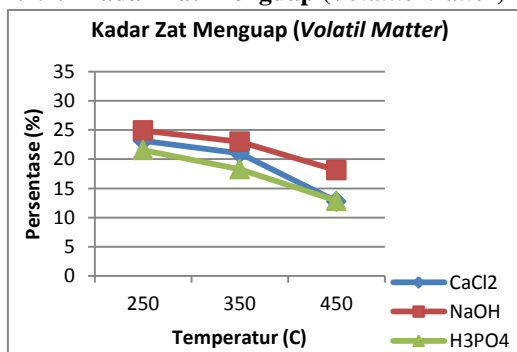
Grafik penurunan nilai kadar air juga terjadi pada karbon aktif dengan menggunakan zat aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, yaitu sebesar 8,59% pada temperatur 250°C, 6,36% pada temperatur 350°C, dan 5,27% pada temperatur 450°C. Dari kesembilan sampel tersebut, kadar air tertinggi yaitu sebesar 9,47% terdapat pada sampel pertama dengan temperatur karbonisasi 250°C dan menggunakan CaCl<sub>2</sub> sebagai zat aktivator. Sedangkan kadar air terendah yaitu sebesar 2,29% diperoleh dari sampel ketiga dengan temperatur karbonisasi 450°C dan menggunakan CaCl<sub>2</sub> sebagai aktivator.

Berdasarkan data grafik di atas dapat diamati bahwa semakin tinggi suhu karbonisasi maka kadar air yang terkandung dalam karbon

aktif semakin rendah. Hal ini terjadi karena secara kimia molekul air akan berubah fase menjadi gas saat telah melewati titik didihnya yaitu 100°C. Pada titik itu molekul air yang terikat pada karbon akan lepas dan berubah fase menjadi gas. Proses penghilangan kadar air ini sangat berpengaruh dalam pembuatan karbon aktif karena kadar air yang tinggi akan menurunkan daya serap karbon aktif sehingga diperlukan proses dehidrasi atau penghilangan air untuk menambah kualitas penyerapan karbon aktif tersebut.

Selain itu, jenis zat aktivator juga berpengaruh dalam proses aktivasi karbon aktif. Fungsi dari zat aktivator adalah sebagai pengikat air pada karbon aktif yang masih tersisa dan menempel saat proses karbonisasi. Dari ketiga jenis zat aktivator yang digunakan dalam penelitian ini, zat CaCl<sub>2</sub> mampu menurunkan kadar air secara signifikan pada karbon aktif dibandingkan dengan kedua zat lainnya. Hal ini dikarenakan zat CaCl<sub>2</sub> yang merupakan garam memiliki sifat yang lebih higroskopis, artinya memiliki kemampuan menyerap molekul air lebih baik dibandingkan dengan zat asam dan basa.

#### 4.2.1. Kadar Zat Menguap (Volatile Matter)



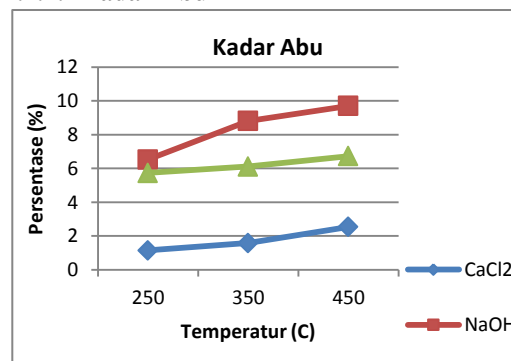
Gambar 2. Perbandingan Persentase Kadar Zat Menguap (Volatile Matter) dengan Variasi Suhu dan Jenis Zat Aktivator

Grafik di atas menunjukkan perbandingan persentase kadar zat menguap dari karbon aktif dengan menggunakan zat aktivator CaCl<sub>2</sub>, NaOH, dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Pada karbon aktif dengan zat aktivator CaCl<sub>2</sub> diperoleh kadar zat menguap sebesar 23,6% untuk temperatur 250°C, kadar zat menguap sebesar 21,01% untuk temperatur

350°C, dan kadar zat menguap sebesar 12,77% untuk temperatur 450°C. Sedangkan pada karbon aktif yang menggunakan zat aktivator NaOH, kadar zat menguap yang didapatkan pada temperatur 250°C adalah 24,92%, pada temperatur 350°C sebesar 23,01%, dan pada temperatur 450°C sebesar 18,12%. Untuk kadar zat menguap karbon aktif dengan zat aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> pada temperatur 250°C, 350°C, dan 450°C diperoleh nilai masing-masing sebesar 21,58%, 18,28%, dan 12,89%.

Dari kesembilan sampel, kadar *volatile matter* berkisar antara 12,77 – 24,92% dimana kadar terendah diperoleh dari sampel ketiga dengan suhu karbonisasi 450°C dan CaCl<sub>2</sub> sebagai aktivatornya. Lama karbonisasi dan peningkatan temperatur karbonisasi mempengaruhi jumlah kadar zat menguap pada karbon aktif. Semakin tinggi temperatur maka kadar zat menguap akan semakin rendah. Hal ini berpengaruh bagi kualitas penyerapan karbon aktif karena zat menguap yang masih menempel akan menutupi pori-pori dan permukaan karbon aktif. Karbon aktif dengan kadar zat menguap yang rendah memiliki kemampuan penyerapan yang baik.

#### 4.2.2. Kadar Abu



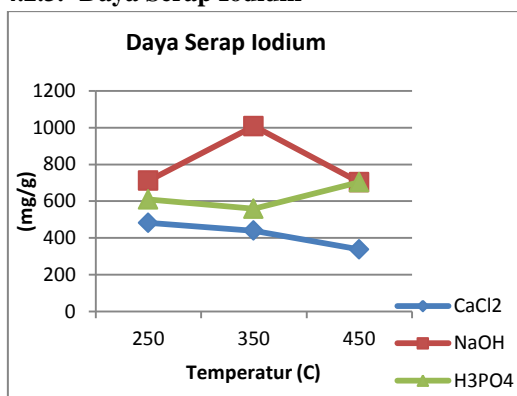
Gambar 3. Perbandingan Persentase Kadar Abu dengan Variasi Temperatur dan Jenis Zat Aktivator

Grafik di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur karbonisasi maka kadar abu yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan bahan-bahan organik yang belum menguap pada temperatur rendah akan terdegradasi strukturnya seiring dengan peningkatan temperatur. Abu tersebut terbentuk



dari bahan mineral yang terdapat dalam komponen awal bahan baku kulit kayu gelam yang kemudian berubah menjadi garam-garam mineral karena proses karbonisasi pada temperatur tinggi dan akan teroksidasi membentuk serbuk abu yang halus.

#### 4.2.3. Daya Serap Iodium



**Gambar 4.** Perbandingan Daya Serap Iodium Dengan Variasi Temperatur Dan Jenis Zat Aktifator

Grafik di atas menunjukkan perbandingan daya serap iodium karbon aktif dengan menggunakan zat aktivator CaCl<sub>2</sub>, NaOH, dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan temperatur karbonisasi 250°C, 350°C, dan 450°C. Pada karbon aktif dengan menggunakan zat aktivator CaCl<sub>2</sub> diperoleh daya serap sebesar 482,334 mg/g pada temperatur 250°C, daya serap sebesar 439,1778 mg/g pada temperatur 350°C, dan daya serap sebesar 337,6338 mg/g pada temperatur 450°C.

Pada karbon aktif dengan menggunakan zat aktivator NaOH diperoleh daya serap sebesar 710,808 mg/g pada temperatur 250°C, daya serap sebesar 1007,8242 mg/g pada temperatur 350°C, dan daya serap sebesar 703,1922 mg/g pada temperatur 450°C. Pada karbon aktif dengan menggunakan zat aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> diperoleh daya serap sebesar 609,264 mg/g pada temperatur 250°C, daya serap sebesar 558,492 mg/g pada temperatur 350°C, dan daya serap sebesar 703,1922 mg/g pada temperatur 450°C. Daya serap iodium yang terbesar diperoleh dari sampel dengan suhu karbonisasi 350°C dengan aktivator NaOH yaitu 1007,8242 mg/gr. Hal ini menunjukkan sampel karbon aktif tersebut telah memenuhi standar SNI untuk karbon aktif.

Zat NaOH memiliki daya serap yang lebih tinggi dibandingkan dengan daya serap karbon aktif yang menggunakan zat CaCl<sub>2</sub> dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sebagai aktivator. Hal ini dikarenakan pada saat proses aktivasi perendaman karbon dengan menggunakan NaOH terjadi reaksi eksotermik yang melepaskan energi panas dari sistem ke lingkungannya disebabkan NaOH termasuk dalam golongan basa kuat. Sedangkan zat H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> merupakan asam lemah dan CaCl<sub>2</sub> merupakan garam klorida sehingga reaksi eksotermik yang terjadi tidak sekuat NaOH. Selain itu, dengan adanya reaksi eksotermik ini berpengaruh pada pori-pori dan luas permukaan karbon aktif sehingga karbon aktif yang dihasilkan memiliki daya serap yang tinggi.

Daya serap optimum pada NaOH terjadi pada temperatur 350°C, sedangkan pada temperatur 450°C terjadi penurunan daya serap karbon aktif. Hal ini dikarenakan pada temperatur 350°C pori-pori karbon aktif yang terbentuk masih cocok dengan molekul iodium yang diserap, sedangkan pada temperatur 450°C pori-pori menjadi lebih lebar karena terjadi pengikisan karbon. Temperatur yang tinggi dapat berpengaruh terhadap struktur karbon dan menjadikannya rapuh akibat terjadinya pengikisan karbon. Pengikisan karbon ini juga membuat permukaan karbon menjadi dangkal sehingga molekul iodium akan mudah lepas dan tidak terserap secara optimum.

#### 4. KESIMPULAN

- 1) Kayu gelam yang berasal dari Tanjung Api-Api menghasilkan karbon aktif terbaik pada temperatur 350 C menggunakan zat aktivator NaOH dengan daya serap iodium 1007,8242 mg/g. Pada temperatur 250 C daya serap yang dihasilkan sebesar 710,8080 mg/g sedangkan pada temperatur 450 C dihasilkan daya serap sebesar 703,1922 mg/g.
- 2) Bahan baku kayu gelam dari Tanjung Api-Api mengandung komposisi kimia yang meliputi kadar air 5,72%, kadar abu 1,33%, hemiselulosa 27,42%, selulosa 47%, dan lignin 18,28%.

#### Saran

Perlu dilakukan pengujian karbon aktif sebagai adsorben pada proses penjernihan air maupun limbah cair dan juga perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai karbon aktif dari kulit kayu gelam menggunakan variasi variabel lainnya agar didapatkan karbon aktif yang sesuai dengan standar SNI, baik variasi suhu, jenis aktivator, lama aktivasi, konsentrasi zat aktivator, dan ukuran karbon, serta pengujian luas permukaan dan pori-pori karbon aktif.

*dari Tempurung Kemiri*. Jurnal Ilmiah Teknik Kimia Vol.15, No.2 (2008). Indralaya. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Halim Abdul. 2001. *Preparation and Characterization of Activated Carbon from Gelam Wood Bark (Melaleuca leucadendron)*. Jurnal Ilmiah Teknik Kimia Vol.7, No.1 (2001) 65-68. Selangor. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Putra Malaysia.
- Dewi, dkk. 2009. *Pembuatan Karbon Aktif dari Kuli Ubi Kayu (Mannihot Esculenta)*. Jurnal Teknik Kimia, No. 1, Vol. 16, Januari 2009. Indralaya. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Eliza dan Desnelli. 2001. *Pemanfaatan Pohon Gelam (Melaleuca leucadendron) dalam Pembuatan Arang Aktif untuk Pengolahan Air Rawa*. Laporan Penelitian. Inderalaya. FMIPA Universitas Sriwijaya.
- Junaidi, Ahmad Budi. 2009. *Kajian Potensi Tumbuhan Gelam (Melaleuca leucadendron) untuk Bahan Baku Industri Pulp*. Jurnal Ilmiah Studi Kimia Vol.10, No.28 (2009). Banjarbaru. Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lampung.
- Monariqsa, dkk. 2012. *Ekstraksi Selulosa dari Kayu Gelam (Melaleuca leucadendron Linn) dan Kayu Serbuk Industri Mebel*. Jurnal Penelitian Sains Vol. 15, No. 3(C), Juli 2012. Indralaya. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
- Ramdja, dkk. 2008. *Pembuatan Karbon Aktif Dari Pelepah Kelapa (Cocus Nucifera)*. Jurnal Teknik Kimia, No. 2, Vol. 15, April 2008. Indralaya. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Surest, Azhary H. 2008. *Pengaruh Suhu, Konsentrasi Zat Aktivator dan Waktu Aktivasi terhadap Daya Serap Karbon Aktif*