

## **PEMBUATAN DAN KARAKTERSASI KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA DENGAN AKTIVATOR ASAM FOSFAT SERTA APLIKASINYA PADA PEMURNIAN MINYAK GORENG BEKAS**

**Retno Sulistyio Dhamar Lestari, Denni Kartika Sari, Afriyanti Rosmadiana, Bening Dwiper mata**

Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon-Banten

\*Email :retno.sulistyio81@gmail.com

### **ABSTRAK**

Nilai guna tempurung kelapa dapat ditingkatkan dengan menjadikannya sebagai bahan baku dalam pembuatan karbon aktif yang dapat digunakan sebagai adsorben dalam proses pemurnian minyak goreng bekas. Tujuan penelitian ini yaitu untuk karakterisasi produk karbon aktif tempurung kelapa sesuai Standar Industri Indonesia No.0258-79 meliputi uji kadar zat mudah menguap, kadar air, kadar abu, dan kadar karbon terikat serta menentukan pengaruh ukuran partikel karbon aktif terhadap proses adsorpsi minyak goreng bekas. Metode penelitian meliputi pembuatan dan uji karbon aktif menggunakan *furnace electric* serta analisa bilangan asam pada minyak goreng sebelum dan sesudah adsorpsi. Hasil terbaik diperoleh pada karbon aktif 80 mesh pada konsentrasi asam fosfat 8% dengan kadar zat mudah menguap 2,9%, kadar air 1%, kadar abu 0,34%, dan kadar karbon terikat 96,7% serta penurunan bilangan asam menjadi 0,56 mgKOH/g. Adapun perbandingan luas permukaan karbon aktif sebelum aktivasi yaitu 46,247 m<sup>2</sup>/g, sedangkan setelah aktivasi sebesar 61,821 m<sup>2</sup>/g.

*Kata kunci : karbon aktif, minyak goreng bekas, bilangan asam*

### **ABSTRACT**

The use of coconut shell can be improved by make it as raw material in the manufacture of activated carbon which can be used as adsorbent in the refining process of cooking oil. The purpose of this study is to characterize the activated carbon coconut shell product according to Standard Industrial of Indonesia No.0258-79 include volatile substance, moisture content, ash content, and the levels of bound carbon and determine the effect of particle size of the activated carbon to adsorption process refining cooking oil. Research methods include the manufacture and test of activated carbon using electric furnace and analysis on the acid number of cooking oil before and after adsorption. Best results are obtained on activated carbon with particle size 80 mesh at concentration of 8% phosphoric acid with volatile substance content of 2.9%, moisture content 1%, ash content of 0.34%, and the bound carbon content 96.7% and a decrease in acid number becomes 0,56 mgKOH /g. The ratio of the surface area of activated carbon before activation is 46.247 m<sup>2</sup>/ g and after activation is 61.821 m<sup>2</sup>/g.

**Keywords** : *activated carbon, refined cooking oil, acid number*

## 1. PENDAHULUAN

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera .L*) merupakan tanaman tropis yang tumbuh subur di Indonesia. Tanaman ini cukup dikenal oleh masyarakat dan memiliki berbagai kegunaan. Namun, pemanfaatan tanaman kelapa umumnya hanya terbatas pada daging buahnya saja untuk diolah menjadi santan, sehingga bagian lain dari tanaman kelapa, seperti tempurung kelapa cenderung berpotensi sebagai limbah dan kurang dimanfaatkan secara optimal, padahal tempurung kelapa dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan karbon aktif (Tamado, 2013).

Tempurung kelapa memiliki komposisi kimia mirip dengan kayu, yang mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Tempurung kelapa biasanya digunakan sebagai bahan pokok dalam pembuatan karbon. Hal ini dikarenakan tempurung kelapa merupakan bahan yang dapat menghasilkan nilai kalor sekitar 6500 – 7600 kkal/kg. Selain itu, tempurung kelapa juga cukup baik untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan karbon aktif karena memiliki kadar karbon yang cukup tinggi (Triono, 2006).

Karbon aktif adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf yang mempunyai luas permukaan yang sangat besar yaitu 300 - 2000 m<sup>2</sup>/gram. Luas permukaan yang sangat besar ini disebabkan karena karbon aktif mempunyai struktur pori. Pori-pori inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan untuk menyerap (Dahlan, 2013).

Proses pembuatan karbon aktif terbagi menjadi 3 tahap, yaitu:

1. Tahap dehidrasi : proses penghilangan air pada bahan baku dengan menjemur di bawah sinar matahari atau pemanasan di dalam oven sampai diperoleh bobot konstan (Dahlan, 2013).
2. Proses karbonisasi : proses pembakaran bahan baku dengan menggunakan udara terbatas pada temperatur antara 300 °C - 900 °C. Material padat yang tertinggal setelah proses karbonisasi adalah karbon (Ramdja, 2008).
3. Proses aktivasi : Perubahan secara fisik dimana luas permukaan dari karbon meningkat dengan tajam dikarenakan terjadinya penghilangan senyawa tar dan senyawa sisa-sisa pengkarbonan. Proses aktivasi terbagi menjadi 2, yaitu proses aktivasi secara fisika dan kimia. Pada proses aktivasi fisika, biasanya karbon dipanaskan dalam *furnace* pada temperatur 800 - 900 °C. Tetapi, pada suhu aktivasi yang terlalu tinggi beresiko terjadinya oksidasi lebih lanjut pada karbon sehingga merusak ikatan C-C dalam bidang lempeng hexagonal karbon sehingga menurunkan luas permukaan. Proses aktivasi kimia merujuk pada pelibatan bahan-bahan kimia atau reagen pengaktif. Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai pengaktif diantaranya CaCl<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, NaCl, MgCl<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, HCl, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, ZnCl<sub>2</sub>, dan sebagainya. Dengan demikian, 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 (Ramdja, 2008).

Penelitian tentang suhu karbonisasi optimum dalam pembuatan karbon aktif untuk tempurung kelapa adalah 400 °C selama 30 menit. Jika suhu karbonisasi terlalu tinggi maka karbon yang diperoleh semakin berkurang. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu karbonisasi maka semakin banyak zat-zat yang terurai dan teruapkan (Kurniati, 2008).

Penggunaan karbon aktif dalam kehidupan diantaranya dapat digunakan sebagai adsorben untuk penjernihan air berwarna, mengurangi kadar fenol dalam air limbah, dan pemurnian

minyak goreng bekas. Karbon aktif tempurung kelapa dapat mengurangi kadar zat warna dalam air limbah rumah tangga yang berwarna kecoklatan dan memiliki pH 5,5 menjadi air yang berwarna bening dan memiliki pH 7 (Jamilatun, 2014). Selain itu, penggunaan karbon aktif dari tempurung kelapa juga dapat menyerap fenol dalam air limbah hingga 99,745 % (Pambayun, 2013), dan penggunaan karbon aktif sebagai adsorben dalam pemurnian minyak goreng bekas dapat menurunkan kadar asam lemak dalam minyak goreng bekas hingga 33 % (Mardina, 2012).

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan, yaitu asam fosfat, aquades, etanol, indikator phenolptalein, minyak goreng bekas, kalium hidroksida, dan tempurung kelapa. Alat yang digunakan, yaitu ayakan mesh, buret, erlenmeyer, *furnace*, gelas beker, gelas ukur, kaca arloji, labu ukur, *magnetic stirrer*, neraca analitik, oven, pipet tetes, pipet ukur, dan spatula.

### 2.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terbagi menjadi 4 tahap, yaitu :

#### 2.2.1 Pembuatan Karbon Aktif

Tempurung kelapa dijemur dibawah sinar matahari sampai kering. Kemudian dikarbonisasi pada suhu 400°C selama 30 menit dalam *furnace*. Karbon yang terbentuk dihaluskan, lalu diayak hingga ukuran partikel sesuai variasi (30 mesh, 60 mesh, dan 80 mesh). Setelah itu, karbon direndam dalam larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 2 %, 4 %, 6 %, dan 8 % selama 24 jam. Kemudian, karbon dicuci dengan menggunakan aquades hingga filtrat netral dan disaring. Karbon aktif yang terbentuk lalu dikeringkan dengan *oven* pada temperatur 110 °C selama 1 jam.

#### 2.2.2 Tahap Uji Karbon Aktif

##### 2.2.2.1 Uji Bagian Mudah Menguap (Volatile Matter)

Karbon aktif sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam cawan porselen, kemudian dipanaskan hingga suhu 950 °C dalam *furnace*. Setelah suhu tercapai, karbon dibiarkan dingin dalam *furnace* dengan tidak berhubungan dengan udara luar. Setelah dingin dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang.

$$\text{Bagian yang mudah menguap} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Dimana:

a = berat karbon aktif mula-mula (gram)

b = berat karbon aktif setelah dipanaskan (gram)

##### 2.2.2.2 Uji Kadar Air

Karbon aktif ditimbang seberat 1 g dan dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah dikeringkan, setelah itu dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam, kemudian karbon aktif didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar air dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Dimana:

a = berat karbon aktif mula-mula (gram)

b = berat karbon aktif setelah dikeringkan (gram)

### 2.2.2.3 Uji Kadar Abu

Karbon aktif yang ditimbang seberat 1 g dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya. Lalu diabukan dalam *furnace* secara perlahan pada suhu 600 °C selama 2 jam. Bila seluruh karbon telah menjadi abu, dinginkan dalam desikator lalu ditimbang hingga diperoleh bobot tetapnya.

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

### 2.2.2.4 Uji Kadar Karbon Terikat

Kadar karbon murni pada karbon aktif diperoleh dari hasil pengurangan terhadap kadar zat mudah menguap dan kadar abu.

$$\text{Karbon aktif murni} = 100\% - (A+B)$$

Dimana

A = kadar abu (%) :

B = kadar zat mudah menguap (%)

### 2.2.3 Proses Adsorpsi Minyak Goreng Bekas

Sampel minyak goreng yang akan diadsorpsi dianalisa terlebih dahulu mengenai bilangan asam lemak bebas. Karbon aktif sebanyak 10 g ditambahkan ke dalam 150 g minyak goreng bekas dalam gelas beker. Proses adsorpsi dimulai saat *magnetic stirrer* dihidupkan dengan selama 90 menit. Kemudian sampel disaring dan dianalisis kembali mengenai kadar bilangan asam lemak bebas.

### 2.2.4 Uji Bilangan Asam Lemak Bebas

Sampel minyak goreng sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml. Kemudian, sampel dilarutkan dengan 50 ml etanol hangat dan tambahkan 5 tetes larutan fenolftalein sebagai indikator. Titrasi larutan tersebut dengan kalium hidroksida 0,1 N sampai terbentuk warna merah muda (Warna merah muda bertahan selama 30 detik). Lakukan pengadukan dengan cara menggoyangkan Erlenmeyer selama titrasi. Mencatat volume larutan KOH yang diperlukan.

$$\text{Bilangan asam (mg KOH/g)} = \frac{56,1 \times V \times N}{W}$$

Keterangan :

V : volume larutan KOH yang diperlukan (ml)

N : normalitas larutan KOH (N)

W: bobot sampel yang diuji (g)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pembuatan Karbon Aktif

Pembuatan karbon aktif terbagi menjadi 3 proses, yaitu proses dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi. Proses dehidrasi dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi kandungan air yang ada dalam tempurung kelapa, yaitu dengan cara menjemur bahan baku dibawah sinar matahari selama 7 hari. Setelah melalui proses dehidrasi, tempurung kelapa dimasukkan ke dalam cawan porselin untuk dilakukan proses karbonisasi di dalam *furnace* dengan temperatur 400 °C selama 30 menit. Tujuan dari proses ini adalah untuk mendekomposisi tempurung kelapa menjadi arang. Arang yang terbentuk kemudian dihaluskan menggunakan tumbukan batu dan

## PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA DENGAN AKTIVATOR ASAM FOSFAT SERTA APLIKASINYA PADA PEMURNIAN MINYAK GORENG BEKAS

diayak menggunakan ayakan mesh berukuran 30 mesh, 60 mesh, dan 80 mesh untuk memperoleh ukuran pori-pori kecil.



**Gambar 1.** Tempurung Kelapa (a) sebelum diarangkan (b) setelah diarangkan (c) setelah dihaluskan

Pengaktifan secara kimia dilakukan dengan menambahkan senyawa kimia tertentu pada arang. Larutan aktivator yang digunakan pada penelitian ini adalah asam fosfat dengan variasi konsentrasi 2%, 4%, 6% dan 8%. Pemilihan aktivator asam fosfat dikarenakan senyawa ini memiliki stabilitas termal dan karakter kovalen yang tinggi sehingga diharapkan bahan pengaktif ini dapat meningkatkan daya serap dan memaksimalkan potensi karbon aktif sebagai adsorben. Asam fosfat ini berfungsi untuk mengikat senyawa-senyawa pengotor bukan karbon sehingga pori-pori pada karbon akan semakin terbuka. Pada aktivasi kimia, karbon dari hasil proses karbonisasi diubah dari karbon yang memiliki daya serap rendah menjadi karbon yang memiliki daya serap tinggi. Selain itu, proses aktivasi juga akan memperbesar jari-jari pori dan luas permukaan kontak (Widyastuti, 2013).

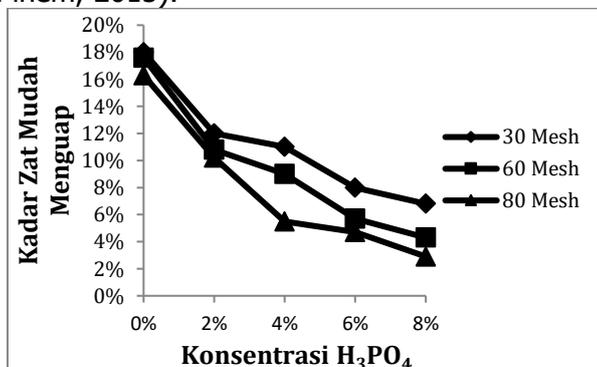


**Gambar 2.** Proses Aktivasi Arang Tempurung Kelapa Menggunakan Larutan Asam Fosfat

### 3.2 Tahap Uji Karbon Aktif

#### 3.2.1 Uji Kadar Zat Mudah Menguap

Penetapan kadar zat mudah menguap bertujuan untuk mengetahui jumlah zat atau senyawa yang belum menguap pada proses karbonisasi dan aktivasi tetapi menguap pada suhu 950 °C. Komponen yang terdapat dalam karbon aktif adalah air, abu, karbon terikat, nitrogen, dan sulfur (Pinem, 2015).

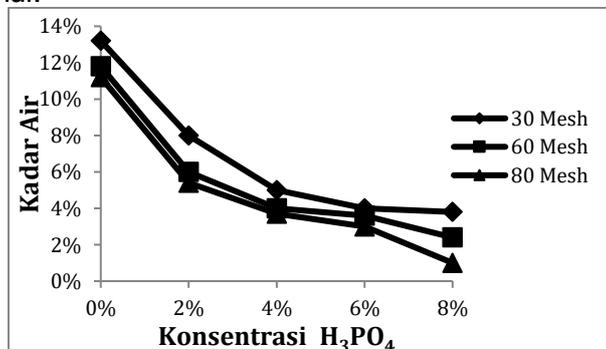


Gambar 3. Grafik Penentuan Kadar Zat Mudah Menguap Karbon Aktif

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa penurunan kadar zat mudah menguap arang tempurung kelapa cukup besar sebelum dan setelah diaktivasi. Sebelum aktivasi, kadar zat mudah menguap tertinggi terdapat pada ukuran partikel 30 mesh yaitu sebesar 18% dan kadar zat mudah menguap terendah terdapat pada karbon aktif dengan ukuran partikel 80 mesh yang diaktivasi dengan larutan aktivator asam fosfat dengan konsentrasi 8% yaitu sebesar 2,9%. Nilai kadar bahan yang mudah menguap dari karbon aktif yang telah teraktivasi menunjukkan kualitas karbon aktif menurut SII 0258-79 yaitu lebih rendah dari 15%. Hal ini membuktikan bahwa semakin kecil ukuran partikel dan semakin besar konsentrasi maka kadar bahan mudah menguap yang terkandung dalam karbon aktif semakin rendah.

#### 3.2.2 Uji Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu sifat kimia karbon aktif yang turut mempengaruhi kualitas karbon aktif. Tujuan penetapan kadar air pada karbon aktif yaitu untuk mengetahui sifat higroskopis dari karbon aktif tersebut. Penentuan kadar air dilakukan dengan pemanasan sampel karbon aktif didalam oven pada temperatur 105 °C selama 1 jam. Hal ini bertujuan untuk menguapkan kandungan air yang terdapat pada karbon aktif tempurung kelapa secara maksimal.



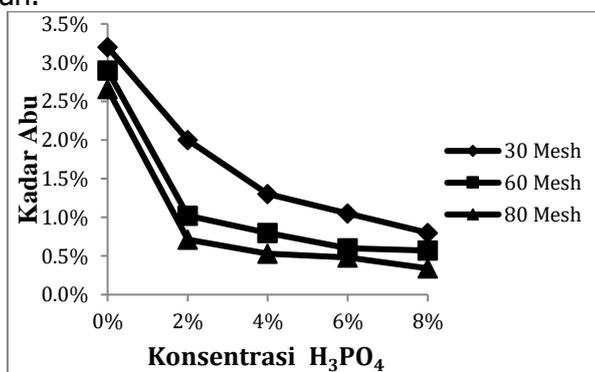
Gambar 4. Grafik Penentuan Kadar Air Karbon Aktif

Berdasarkan Gambar 4 terlihat penurunan kadar air arang tempurung kelapa yang cukup besar sebelum dan setelah aktivasi. Kadar air tertinggi terdapat pada ukuran partikel 30 mesh dengan tanpa aktivasi yaitu sebesar 13,2% dan kadar air terendah terdapat pada karbon aktif dengan ukuran partikel 80 mesh yang diaktivasi dengan larutan aktivator asam fosfat dengan konsentrasi 8% yaitu sebesar 1%. Nilai kadar air dari karbon aktif yang telah teraktivasi menunjukkan kualitas karbon aktif menurut SII 0258-79 yaitu lebih rendah dari 10%. Hal ini membuktikan bahwa semakin kecil ukuran partikel dan semakin besar konsentrasi maka kadar air yang terkandung dalam karbon aktif semakin rendah. Rendahnya kadar air yang terdapat pada karbon aktif tempurung kelapa menunjukkan bahwa kandungan air bebas dan air terikat yang terdapat dalam karbon aktif telah menguap selama proses karbonisasi. Penurunan kadar air ini berkaitan dengan sifat higroskopis dari aktivator asam fosfat. Terikatnya molekul air oleh aktivator akan meningkatkan kemampuan adsorpsi dari karbon aktif tempurung kelapa.

Semakin bertambahnya konsentrasi aktivator juga membuat kadar air semakin rendah karena semakin tinggi konsentrasi aktivator, kandungan air yang ada dalam pori-pori karbon akan lepas. Akibatnya, luas permukaan karbon aktif akan semakin luas. Konsentrasi aktivator memberikan pengaruh pada proses aktivasi, yaitu semakin tinggi konsentrasi aktivator, semakin besar pula pengaruhnya untuk mengikat senyawa-senyawa tar keluar melewati rongga atau pori-pori dari karbon aktif, sehingga volume pori semakin luas. Dengan demikian daya serapnya semakin besar pula. Selain itu, aktivator dapat mendegradasi dan mendehidrasi molekul organik selama proses karbonisasi/kalsinasi (Sani, 2011).

### 3.2.3 Uji Kadar Abu

Parameter lain yang turut mempengaruhi kualitas karbon aktif adalah kadar abu. Kadar abu merupakan persentase berat oksida-oksida mineral dalam karbon seperti silikon, sulfur, kalsium, dan komponen lain dalam jumlah kecil. Penentuan kadar abu bertujuan untuk menentukan kandungan oksida logam yang masih terdapat dalam karbon aktif tempurung kelapa setelah melalui proses aktivasi. Kadar abu akan mempengaruhi kualitas karbon aktif sebagai adsorben. Pengujian kadar abu dilakukan dengan memanaskan karbon aktif tempurung kelapa dalam *furnace* pada suhu 600 °C selama 2 jam. Hasil yang diperoleh adalah abu berupa oksida-oksida logam yang terdiri dari mineral yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan.



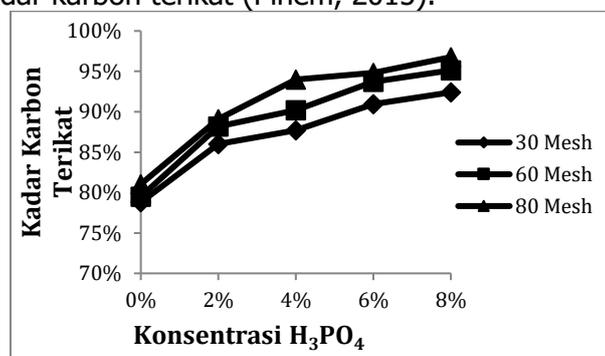
Gambar 5. Grafik Penentuan Kadar Abu Karbon Aktif

Berdasarkan Gambar 5 terlihat penurunan kadar abu arang tempurung kelapa cukup besar sebelum dan setelah diaktivasi. Kadar abu tertinggi terdapat pada ukuran partikel 30

mesh dengan tanpa aktivasi yaitu sebesar 3,2% dan kadar abu terendah terdapat pada karbon aktif dengan ukuran partikel 80 mesh yang diaktivasi dengan larutan aktivator asam fosfat konsentrasi 8% yaitu sebesar 0,34%. Nilai kadar abu dari karbon aktif yang telah teraktivasi menunjukkan kualitas karbon aktif menurut SII 0258-79 yaitu lebih rendah dari 2,5%. Hal ini membuktikan bahwa semakin kecil ukuran partikel dan semakin besar konsentrasi maka kadar abu yang terkandung dalam karbon aktif semakin rendah. Penurunan tersebut disebabkan adanya aktivator asam yang dapat melarutkan oksida-oksida logam. Karbon aktif terdiri dari lapisan-lapisan bertumpuk satu sama lain yang membentuk pori, dimana pada pori-pori karbon biasanya terdapat pengotor berupa mineral anorganik dan oksida logam yang menutupi pori. Selama proses aktivasi, pengotor tersebut larut dalam aktivator sehingga menyebabkan luas permukaan pori-pori semakin besar (Nasution, 2015).

### 3.2.4 Penentuan Kadar Karbon Terikat

Penentuan kadar karbon terikat bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon setelah proses karbonisasi dan aktivasi. Kadar karbon terikat dipengaruhi oleh kadar zat mudah menguap dan kadar abu. Semakin besar kadar zat menguap dan kadar abu maka akan menurunkan kadar karbon terikat (Pinem, 2015).



Gambar 6. Grafik Penentuan Kadar Karbon Terikat Karbon Aktif

Berdasarkan Gambar 6 terlihat kenaikan persentase kadar karbon terikat sebelum dan setelah aktivasi. Kadar karbon terikat terendah terdapat pada ukuran partikel 30 mesh tanpa aktivasi yaitu sebesar 78,8% dan kadar karbon terikat tertinggi terdapat pada karbon aktif dengan ukuran partikel 80 mesh yang diaktivasi dengan larutan aktivator asam fosfat konsentrasi 8% yaitu sebesar 96,7%. Hal ini membuktikan bahwa semakin kecil ukuran partikel dan semakin besar konsentrasi aktivator maka kadar karbon terikat yang terkandung dalam karbon aktif semakin tinggi. Kenaikan tersebut disebabkan rendahnya persentase kadar abu dan kadar zat mudah menguap yang terdapat pada karbon sebelum dan setelah aktivasi.

Kadar karbon yang tinggi menunjukkan bahwa fraksi karbon yang terikat pada arang juga semakin tinggi. Kondisi tersebut mengakibatkan luas permukaan semakin besar dan jumlah pori semakin banyak sehingga dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi pada karbon.

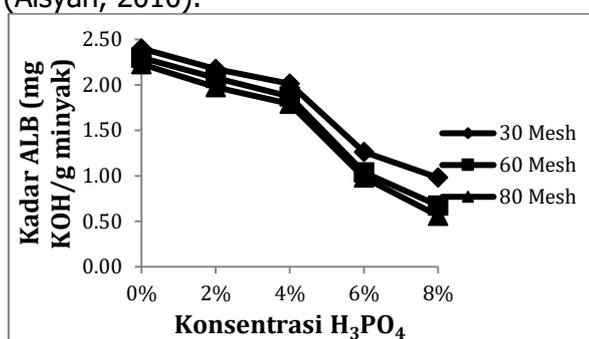
### 3.3 Uji Kadar Asam Lemak Bebas

Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah miligram KOH yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 g minyak atau lemak. Asam lemak bebas ini dapat terjadi karena kerusakan minyak akibat hidrolisis trigliserida (lemak). Prinsip penentuan angka asam adalah melarutkan minyak atau lemak dalam pelarut organik

## PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA DENGAN AKTIVATOR ASAM FOSFAT SERTA APLIKASINYA PADA PEMURNIAN MINYAK GORENG BEKAS

tertentu, dalam penelitian ini digunakan pelarut etanol 95%, kemudian dititrasasi dengan larutan basa, yaitu kalium hidroksida (KOH).

Sejumlah minyak dilarutkan dalam etanol, penggunaan pelarut etanol yang polar ini dimaksudkan agar asam lemak bebas yang bersifat non-polar dan larut dalam minyak dapat larut pada fase yang sama dengan KOH. Larutan KOH ini bersifat polar sehingga pada saat titrasi asam lemak bebas dengan KOH dapat berinteraksi karena gugus OH yang terdapat pada etanol bersifat hidrofil dan rantai karbon  $\text{CH}_3\text{CH}_2$  bersifat hidrofob, kemudian dilakukan pemanasan hingga temperatur  $40\text{ }^\circ\text{C}$  agar larut sempurna, kemudian ditambahkan indikator fenolftalein dan dititrasasi dengan KOH hingga terbentuk warna merah muda yang tidak hilang selama 30 detik. Terbentuknya warna merah muda setelah dititrasasi dengan sejumlah KOH menunjukkan bahwa KOH telah bereaksi sempurna dengan asam lemak bebas karena pada kenaikan pH 8-9 indikator fenolftalein yang tidak berwarna akan berubah warna menjadi merah muda (Aisyah, 2010).



**Gambar 7. Grafik Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Goreng Bekas**

Berdasarkan Gambar 7 terlihat penurunan kadar asam lemak bebas minyak goreng bekas cukup besar dengan adsorben arang tempurung kelapa sebelum dan setelah diaktivasi. Sebelum aktivasi, kadar asam lemak bebas tertinggi terdapat pada minyak goreng bekas yang diadsorpsi menggunakan arang tempurung kelapa dengan ukuran partikel 30 mesh yaitu sebesar 2,40 mg KOH/g minyak, dan kadar asam lemak bebas terendah terdapat pada minyak goreng bekas yang diadsorpsi menggunakan karbon aktif tempurung kelapa dengan ukuran partikel 80 mesh yang diaktivasi dengan aktivator asam fosfat konsentrasi 8% yaitu sebesar yaitu sebesar 0,56 mg KOH/g minyak.

Nilai kadar asam lemak bebas dari minyak goreng bekas yang telah diadsorpsi menggunakan karbon aktif ukuran partikel 80 mesh dengan konsentrasi asam fosfat 8% ini menunjukkan kualitas yang telah sesuai dengan SNI yaitu maksimal 0,6 mg KOH/g minyak. Hal ini membuktikan bahwa semakin kecil ukuran partikel karbon aktif dan semakin besar konsentrasi aktivator maka kadar asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak goreng bekas semakin rendah.

Rendahnya kadar asam lemak bebas yang terdapat pada minyak goreng dikarenakan terjadi peningkatan jumlah pori-pori yang semula tertutup oleh komponen organik logam oksida lain. Semakin tinggi konsentrasi larutan aktivator maka semakin kuat pengaruh larutan tersebut mengikat senyawa-senyawa tar sisa karbonasi untuk keluar melewati mikro pori-pori dari karbon sehingga permukaan karbon semakin porous yang mengakibatkan semakin besar daya adsorpsi karbon aktif tersebut (Kurniati, 2008). Selain konsentrasi, ukuran partikel juga mempengaruhi kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi, ukuran partikel berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil ukuran partikel karbon aktif

mengakibatkan luas permukaan semakin besar, maka penyerapan zat pengotor berlangsung semakin optimal (Ramdja, 2008).

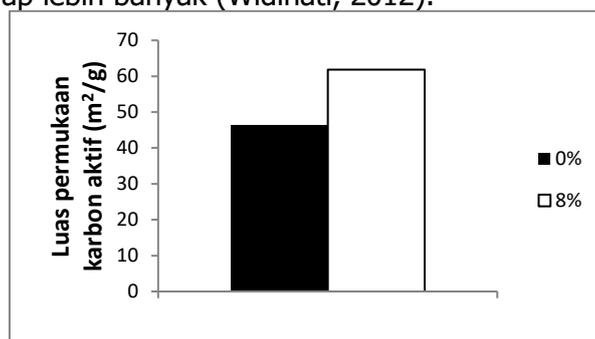


(a) (b)

**Gambar 8. Minyak goreng bekas (a) sebelum dititrasi KOH (b) setelah dititrasi KOH**

### 3.4 Uji Luas Permukaan Karbon Aktif (BET)

Untuk mengetahui karakteristik karbon aktif yang diperoleh maka dilakukan karakterisasi fisis yaitu analisa luas permukaan. Analisa luas permukaan dilakukan dengan adsorpsi gas  $N_2$  melalui metode *Brunauer-Emmett-Teller* (BET). Luas permukaan merupakan salah satu karakter fisik yang berhubungan langsung dengan kemampuan adsorpsi karbon terhadap zat - zat yang akan diserap. Bila karbon aktif memiliki luas permukaan besar akan memberikan bidang kontak yang lebih besar antara adsorben dan adsorbatnya sehingga adsorbat dapat terserap lebih banyak (Widihati, 2012).



**Gambar 9. Perbandingan Luas Permukaan Karbon Sebelum dan Setelah Aktivasi**

Berdasarkan Gambar 9 terlihat peningkatan luas permukaan sebelum dan setelah aktivasi. Luas permukaan karbon tanpa aktivasi jauh lebih rendah dibandingkan dengan hasil pada karbon aktif yang di aktivasi menggunakan larutan asam fosfat dengan konsentrasi 8%. Luas permukaan karbon tempurung kelapa tanpa aktivasi diperoleh sebesar 46,247  $m^2/g$ , sedangkan setelah di aktivasi menggunakan larutan asam fosfat 8% luas permukaan karbon aktif tempurung kelapa adalah sebesar 61,821  $m^2/g$ . Peningkatan luas permukaan pori karbon aktif ini dikarenakan abu dan pengotor lainnya yang terdapat dalam karbon aktif terlepas ketika dilakukan proses pembakaran dan aktivasi. Lepasnya pengotor-pengotor ini dapat membuka pori-pori karbon aktif tersebut (Slamet, 2006). Pada proses aktivasi, larutan asam fosfat yang memiliki unsur-unsur mineral dari persenyawaan kimia yang ditambahkan akan meresap ke dalam arang dan membuka permukaan yang mula-mula tertutup oleh komponen penyumbat dengan melarutkan pengotor yang menyumbat sehingga luas permukaan yang aktif bertambah besar dan penyerapan adsorbat oleh karbon aktif tempurung kelapa menjadi lebih maksimal (Kurniawan, 2014).

Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan, karbon aktif tempurung kelapa dengan konsentrasi aktivator  $H_3PO_4$  3 Molar menghasilkan luas permukaan sebesar 386,44  $m^2/g$ , sedangkan dengan menggunakan bahan baku cangkang kelapa sawit dan konsentrasi aktivator  $H_3PO_4$  10% menghasilkan luas permukaan sebesar 208,091  $m^2/g$  (Kurniawan, 2014). Jika dibandingkan dengan hasil penelitian ini, luas permukaan karbon aktif yang diperoleh relatif kecil, hal ini bisa disebabkan karena temperatur dan waktu karbonisasi yang belum optimum.

Penelitian ini menggunakan temperatur dan waktu karbonisasi optimum dari penelitian yang pernah dilakukan, namun hasil yang diperoleh ternyata tidak seperti yang diharapkan karena meskipun bahan baku yang digunakan sama tetapi karakteristik bahan baku tersebut di tiap daerah pasti berbeda sehingga perlakuannya pun seharusnya berbeda pula. Kondisi operasi yang kurang optimum menyebabkan sejumlah zat kontaminan seperti tar masih menutupi pori-pori karbon aktif yang menyebabkan luas permukaannya belum meningkat tajam. Selain itu, konsentrasi aktivator  $H_3PO_4$  yang digunakan pada penelitian ini juga tidak terlalu tinggi sehingga kemampuan aktivator untuk mengikat pengotor-pengotor yang menutupi karbon aktif tidak begitu besar.

Begitu pula dengan kadar zat mudah menguap, kadar air, dan kadar abu yang terkandung dalam karbon aktif akan semakin menurun apabila konsentrasi aktivator  $H_3PO_4$  yang digunakan lebih besar dari variasi pada penelitian ini sehingga kadar karbon terikatnya pun akan semakin meningkat seiring dengan berkurangnya kadar zat mudah menguap dan kadar abu. Akibatnya, luas permukaan dan daya serap karbon aktif pun akan semakin meningkat.

Besar kecilnya kadar zat mudah menguap, kadar air, dan kadar abu belum sepenuhnya menggambarkan kualitas karbon aktif yang dihasilkan. Sifat terpenting dari karbon aktif adalah daya serapnya terhadap adsorbat. Meskipun kadar zat mudah menguap, kadar air, dan kadar abu rendah, namun daya serapnya rendah maka kualitas karbon aktif juga rendah. Sebaliknya, meskipun salah satu dari kadar zat mudah menguap, kadar air, dan kadar abu masih terlalu tinggi, namun ternyata daya serapnya tinggi, maka kualitasnya dapat dipertimbangkan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

- a. Pembuatan dan pengujian karakteristik karbon aktif tempurung kelapa dengan aktivator asam fosfat yang meliputi kadar zat mudah menguap, kadar air, kadar abu, dan kadar karbon terikat telah memenuhi Standar Industri Indonesia No.0258-79.
- b. Semakin kecil ukuran partikel dan semakin besar konsentrasi aktivator yang digunakan maka semakin besar daya adsorpsi karbon aktif tersebut untuk mengadsorpsi asam lemak bebas. Hasil terbaik diperoleh bilangan asam sebesar 0,56 mg KOH/g minyak dengan ukuran partikel karbon aktif sebesar 80 mesh dan konsentrasi aktivator 8% .

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, Siti., Yulianti, Eny., Fashya, A.G. 2010. Penurunan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas (FFA) Pada Proses *Bleaching* Minyak Goreng Bekas Oleh Karbon Aktif Polong Buah Kelor (*Moringa Oliefera.Lamk*) Dengan Aktivasi NaCl. *Alchemy I* (2): 53-103
- Jamilatun, Siti & Setyawan, Martomo. 2014. Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair. *Spektrum Industri*. 12 (1): 1-112
- Kurniati, E. 2008. Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*. VIII (2): 96-103
- Kurniawan, Riski., Luthfi, Musthofa. & Agung, Wahyunanto. 2014. Karakteristik Luas Permukaan BET (*Braunnear, Emmeltdan Teller*) Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dan Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Aktivasi Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. II (1): 15-20
- Mardina, Primata., Faradina, Erlyta & Setiawati, Netty. 2012. Penurunan Angka Asam pada Minyak Jelantah. *Jurnal Kimia*.VI (2): 196-200
- Nasution, Jefri Haryadi & Iriani.2015. Pembuatan Adsorben Dari Cangkang Kerang Bulu Yang Diaktivasi Secara Termal Sebagai Pengadsorpsi Fenol. *Jurnal Teknik Kimia USU*. IV (4): 51-57
- Pambayun, Gilar S., Yulianto, Remigius Y.E., Rachimoellah, M., &Putri, Endah M.M. 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. *Jurnal Teknik POM ITS*. II (1): 116-120
- Pinem, Yosua.2015. Pemanfaatan Arang Aktif Sekam Padi (*Oriza Sativa*)Sebagai Adsorben Pada Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas. *Skripsi*.Medan :Universitas Sumatera Utara
- Ramdja, Fuadi., Halim, Mirah. & Handi, Jo.2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa (*Cocusnucifera*). *Jurnal Teknik Kimia*. 15 (2): 1-8
- Sani.2011. Pembuatan Karbon Aktif dari Tanah Gambut. *Jurnal Teknik Kimia*. V (2): 400-406
- Slamet., Bismo, Setijo., Arbianti, Rita & Sari, Zulaina. 2006. Penyisihan Fenol Dengan Kombinasi Proses Adsorpsi Dan Fotokatalisis Menggunakan Karbon Aktif Dan  $TiO_2$ . *Jurnal Teknologi*. ISSN 0215-1685 (4): 303-311
- Tamado, Daniel., Budi, Esmar., Wirawan, Riza., Dwi, Haryo., Tyaswuri, Anggie., Sulistiani, Erlinda. & Asma, Esty. 2013. Sifat Termal Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa. Seminar Nasional Fisika Universitas Negeri Jakarta: 1-9
- Triono, Agus. 2006. Karakteristik Briket Arang Dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (*Maesopsis eminii Engl*) Dan Sengon (*Paraserianthes falcataria L. Nielsen*) dengan Penambahan Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera L*). *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Bogor :Institut Pertanian Bogor
- Widihati, Ida Ayu Gede., Suastusi, Ni G. A. M. Dwi Adhi., Nirmalasari, M.A & Yohanita. 2012. Studi Kinetika Adsorsi Larutan Ion Logam Kromium(Cr) Menggunakan Arang Batang Pisang (*Musa Paradisiaca*). *Jurnal Kimia*. VI (1): 8-16
- Widyastuti, Apria., Sitorus, Berlian. & Jayuska, Afghani. 2013. Karbon Aktif dari Limbah Cangkang Sawit Sebagai Adsorben Gas dalam Biogas Hasil Fermentasi Anaerobi Sampah Organik. *Jurnal Kimia*. II (1): 30-33