

## KARAKTERISASI FISIS NANOMATERIAL KARBON BERBASIS GRAFIT DARI LAPISAN TIPIS JELAGA HASIL PEMBAKARAN LAMPU TEPIK BERBAHAN BAKAR MINYAK TANAH

### PHYSICS CHARACTERIZATION OF GRAPHITE BASED CARBON NANOMATERIAL FROM SOOT THIN LAYER AS RESULTED BY KEROSENE OIL LAMP COMBUSTION

Oleh: Noviyanto Dwi Swastiko<sup>1</sup>, W.S. Brams Dwandaru<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Fisika FMIPA UNY

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Fisika FMIPA UNY

Email: (noviyantodwi.swastiko@gmail.com)

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk 1) mengetahui pengaruh ketinggian, sudut, serta waktu pengasapan terhadap nilai hambatan yang dihasilkan dari nanomaterial karbon, 2) mengetahui besar nilai transparansi nanomaterial karbon yang diperoleh dari hasil sintesis menggunakan metode pengasapan, dan 3) mengetahui karakterisasi nanomaterial karbon menggunakan XRD. Jelaga merupakan salah satu material karbon yang berukuran nano dan dikategorikan ke dalam nanomaterial karbon.

Penelitian ini dilakukan menggunakan lampu minyak tanah (lampu teplok). Dalam penelitian ini bahan bakar yang digunakan pada lampu teplok berupa minyak tanah. Pembakaran tidak sempurna yang ditimbulkan oleh lampu teplok akan menghasilkan karbon berupa jelaga. Penelitian dimulai dengan melakukan pengamplasan salah satu permukaan kaca preparat. Kemudian kaca preparat tersebut diletakkan di atas lampu teplok dengan variasi ketinggian dan lamanya waktu pengasapan. Selanjutnya sudut kaca preparat di atas lampu teplok juga diberikan variasi yaitu 0°; 30°; 45°; 60°; dan 90°. Jelaga yang menempel pada kaca preparat selanjutnya dikarakterisasi. Proses karakterisasi jelaga karbon dilakukan dengan pengujian hambatan, pengujian transparansi, dan pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) nilai hambatan yang paling kecil yaitu pada ketinggian kaca preparat 8 cm dengan sudut 0° dan waktu pengasapan selama 10 menit, 2) nilai transparansi paling besar yang dihasilkan dari jelaga karbon adalah sebesar 93,07% dengan ketinggian kaca preparat 8 cm dengan sudut 0° dan waktu pengasapan 3 menit, 3) hasil XRD menunjukkan bahwa jelaga karbon merupakan material berfasa amorf dengan ukuran partikel sebesar 24,86 nm.

**Kata-kata Kunci:** *nanomaterial karbon, jelaga, lampu teplok, XRD*

#### Abstract

*This study aims are to know 1) the effect of altitude, angle and timing of curing to the resistance value resulted from carbon nanomaterials, 2) the transparency value of carbon nanomaterials obtained from the synthesis using methods of curing, and 3) the characterization of carbon nanomaterials using XRD. Soot is a carbon nano-sized material and can be categorized into carbon nanomaterials.*

*This study was conducted using a kerosene lamp (oil lamp). In this study, kerosene is used as the fuel of oil lamp. The incomplete combustion caused by the kerosene lamp will produce carbon in the form of soot. The study begins with sanding one surface of the glass slide. Then the glass slide is placed on top of the kerosene lamp with a variation in altitude and duration of fumigation. Furthermore, the angle glass slide on top of the kerosene lamp was also given the variation such as 0°; 30°; 45°; 60°; and 90°. Soot attached to the glass slide is further characterized. Characterization of carbon soot process is done by resistance test, transparency test, and X-Ray Diffraction (XRD).*

*The result shows that 1) the lowest resistance value is at a height of 8 cm glass slide at an angle of 0° and 10 minutes of curing time, 2) the greatest transparency value from the carbon soot is 93.07% with a height of 8 cm glass slide at an angle of 0° and 3 minutes of curing time, 3) the XRD result shows that carbon soot is fasa amorf material with a particle size of 24.86 nm.*

**Keywords:** *carbon nanomaterials, soot, oil lamp, XRD*

## PENDAHULUAN

Sejarah perkembangan lampu teplok terjadi pada awal hingga pertengahan abad 18. Di awal penemuannya, lampu teplok menggunakan lemak hewani atau nabati sebagai sumber bahan bakar. Namun, pada akhir abad 18 dengan ditemukannya minyak mentah atau minyak tanah, mulai banyak digunakan minyak tanah sebagai sumber bahan bakar dari lampu teplok.

Di Indonesia sendiri, penggunaan lampu teplok sebagai sumber penerangan masih banyak ditemukan terutama pada daerah-daerah yang belum dialiri listrik. Namun, perlu diperhatikan bahwa hasil pembakaran tidak sempurna yang terjadi pada lampu teplok menghasilkan asap hitam atau jelaga. Penelitian yang dilakukan di UC Berkeley dan University of Illinois mengungkapkan, lampu minyak tanah (lampu teplok) ternyata menghasilkan karbon hitam dalam jumlah yang signifikan dan berbahaya bagi lingkungan serta kesehatan.

Dibalik dampak yang ditimbulkan dari pembakaran tidak sempurna lampu teplok, karbon hitam berupa jelaga yang dihasilkan ternyata dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan nanomaterial karbon. Dari banyak penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa jelaga yang dihasilkan melalui pembakaran tidak sempurna merupakan suatu bentuk dari nanomaterial karbon.

Nanomaterial karbon merupakan salah satu bahan nanomaterial yang saat ini sedang diteliti oleh banyak ilmuwan. Nanomaterial ini memiliki sifat fisis yang sangat menarik untuk diteliti oleh para ilmuwan diantaranya dapat mengalirkan arus listrik, memiliki sifat konduktivitas termal

yang baik, dan sifat mekanik yang sangat kuat. Karbon merupakan salah satu material yang memiliki beragam morfologi, diantaranya karbon koloidal, *nanotube*, *fullerene*, grafit, *graphene*, *nanofiber*, *nanowire*, dan karbon aktif (Cui dkk., 2010).

Berbagai metode sintesis nanomaterial karbon yang telah dikembangkan adalah karbonisasi, *high voltage arc electricity*, *laser ablation*, dan karbonisasi hidrotermal (Hu dkk., 2010). Metode karbonisasi dibagi ke dalam dua tahap pemanasan, yaitu: pemanasan yang dilakukan pada suhu rendah untuk mengurangi kadar air dan mendestruksi struktur kristalin. Sedangkan, perlakuan menggunakan suhu tinggi dilakukan untuk mengubah sumber karbon menjadi partikel karbon (Shuo dkk., 2010).

Tantangan yang dihadapi oleh para peneliti adalah bagaimana cara nanomaterial tersebut dikembangkan. Contoh terbaru, yaitu peneliti dari Universitas Manchester, Inggris, Andre Geim dan Konstantin Novoselov menggunakan teknik *scotch tape* untuk menghasilkan *graphene* dari lapisan grafit. Material grafit ini berasal dari batang pensil yang diisolasi dengan teknik tertentu menggunakan selotip. Berbeda dengan metode yang sudah ada, penelitian ini dilakukan menggunakan metode thermal. Jelaga atau karbon hitam hasil pembakaran tidak sempurna yang ditimbulkan oleh lampu teplok dibuat menempel pada preparat. Selanjutnya, preparat diukur besar nilai hambatannya, intensitas yang dihasilkan untuk menentukan transparansinya, dan terakhir dilakukan pengujian XRD (*X-ray diffraction*).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh nilai hambatan dan transparansi dari

jelaga karbon hasil pembakaran tidak sempurna lampu teplok dengan meletakkan kaca preparat pada ujung lampu teplok. Diberikan variasi ketinggian dan sudut dari kaca preparat, serta lamanya waktu pengasapan ketika kaca preparat diletakkan pada ujung lampu teplok. Pemberian variasi tersebut diharapkan dapat memberikan pengaruh terhadap nilai hambatan dan transparansi dari jelaga karbon yang dihasilkan pada penelitian.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Koloid dan laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta pada bulan November 2015 sampai Maret 2016.

### Prosedur Penelitian

1. Pengasapan karbon dengan variasi ketinggian kaca preparat
  - a. Mengamplas kaca preparat menggunakan amplas kasar hingga permukaan preparat terasa kasar.
  - b. Mencuci kaca preparat menggunakan *aquades*.
  - c. Menyalakan lampu teplok dan mengatur besar sumbu yang terdapat pada lampu teplok agar jelaga yang dihasilkan tidak begitu besar.
  - d. Meletakkan kaca preparat yang sudah dilakukan pengamplasan pada permukaannya dengan sudut  $0^\circ$  dan memvariasikan ketinggian preparat tersebut di atas lampu teplok dengan lama

pengasapan 1 menit. Pengasapan jelaga karbon dengan lampu teplok ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



**Gambar 1.** Pengasapan karbon dengan lampu teplok

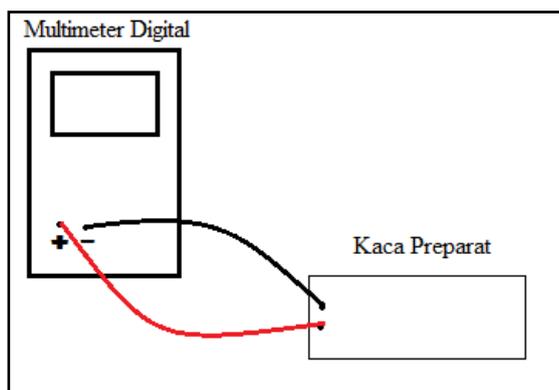
2. Pengasapan karbon dengan variasi sudut kaca preparat
  - a. Mengamplas kaca preparat menggunakan amplas kasar hingga permukaan preparat terasa kasar.
  - b. Mencuci kaca preparat menggunakan *aquades*.
  - c. Menyalakan lampu teplok dan mengatur besar sumbu yang terdapat pada lampu teplok agar jelaga yang dihasilkan tidak begitu besar.
  - d. Meletakkan kaca preparat pada ujung lampu teplok dengan memvariasikan posisi sudut kaca preparat. Variasi sudut yang digunakan yaitu  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ , dan  $90^\circ$ .
  - e. Mengatur ketinggian preparat yaitu 10 cm di atas lampu teplok dan lama pengasapan yang dilakukan 1 menit.
3. Pengasapan karbon dengan variasi waktu lamanya pengasapan

- a. Mengamplas kaca preparat menggunakan amplas kasar hingga permukaan preparat terasa kasar.
- b. Mencuci kaca preparat menggunakan *aquades*.
- c. Menyalakan lampu teplok dan mengatur besar sumbu yang terdapat pada lampu teplok agar jelaga yang dihasilkan tidak begitu besar.
- d. Meletakkan kaca preparat pada ujung lampu teplok dengan sudut  $0^\circ$  dan pada ketinggian 10 cm di atas lampu teplok.
- e. Selanjutnya melakukan pengasapan karbon menggunakan variasi lamanya waktu pengasapan. Variasi lamanya waktu pengasapan yang digunakan adalah mulai dari 1 menit hingga 11 menit.

### Teknik Pengambilan Data

1. Uji Hambatan Jelaga Karbon yang Menempel pada Kaca Preparat

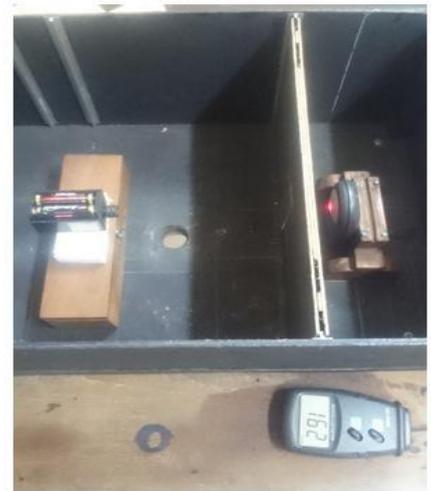
Pengukuran hambatan atau resistansi jelaga karbon dilakukan menggunakan multimeter digital. Pengukuran hambatan dilakukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Pengukuran hambatan dilakukan pada kaca preparat yang terdapat jelaga karbon.



**Gambar 2.** Teknik uji hambatan jelaga karbon

2. Uji Transparansi Jelaga Karbon

Uji transparansi jelaga karbon dilakukan menggunakan *lux meter*. Pengujian transparansi jelaga karbon ditunjukkan seperti pada Gambar 3. Laser pointer dilewatkan pada kaca preparat yang terdapat jelaga karbon. Selanjutnya akan diperoleh nilai intensitas yang akan terbaca oleh *lux meter*.



**Gambar 3.** Uji Transparansi Jelaga Karbon

3. Pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD)

Tahap awal sebelum dilakukan pengujian XRD, terlebih dahulu membuat sampel jelaga karbon. Sampel jelaga karbon dibuat pada kaca preparat dengan ukuran 1x1 cm. Selanjutnya dilakukan karakterisasi menggunakan XRD.

### Teknik Analisis Data

1. Pengujian Hambatan

Pengujian hambatan dilakukan untuk mengetahui nilai hambatan terkecil yang dihasilkan dari jelaga karbon. Besarnya nilai hambatan yang terukur berpengaruh terhadap tebal atau tipisnya jelaga yang menempel.

Semakin tebal jelaga yang akan menempel pada kaca preparat maka nilai hambatan yang terukur akan semakin kecil. Hasil dari data hambatan kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik yang ditampilkan merupakan grafik hubungan antara nilai hambatan yang terukur dengan variasi yang diberikan, baik variasi ketinggian, sudut, maupun lamanya waktu pengasapan.

## 2. Pengujian Transparansi

Pengujian transparansi dilakukan untuk mengetahui hasil jelaga karbon paling tipis dari penelitian yang dilakukan. Hasil dari data transparansi kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik yang ditampilkan merupakan grafik hubungan antara nilai transmisi yang terukur dari jelaga karbon dengan variasi yang diberikan yaitu variasi sudut kaca preparat dan lamanya waktu pengasapan.

## 3. Pengujian XRD

Pengujian XRD merupakan tahap akhir dari pengujian jelaga karbon hasil pembakaran tidak sempurna lampu teplok berbahan bakar minyak tanah. Tujuan dari pengujian XRD yaitu untuk mengetahui karakterisasi dan ukuran partikel jelaga karbon hasil pembakaran lampu teplok berbahan bakar minyak tanah.

sempurna yang terjadi pada lampu teplok. Untuk menghasilkan jelaga karbon yang lebih tipis, diberikan variasi berupa ketinggian dan sudut diletakkannya kaca preparat pada ujung lampu teplok tempat keluarnya jelaga karbon. Selain itu juga diberikan variasi berupa lamanya waktu pengasapan yang dilakukan pada lampu teplok.

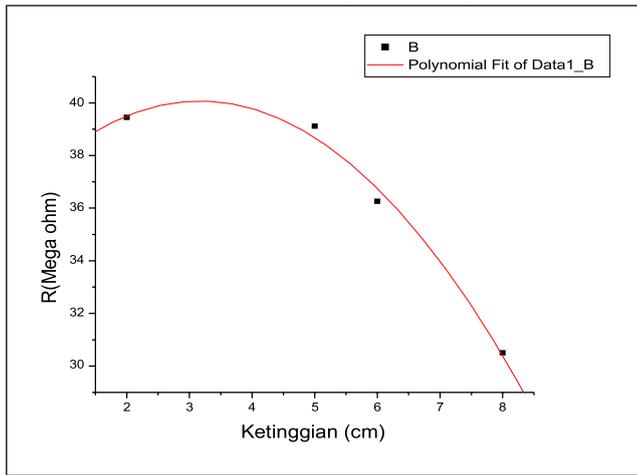
## Hasil Uji Hambatan Jelaga Karbon

Tujuan dilakukannya pengukuran hambatan adalah untuk mengetahui besarnya nilai hambatan paling kecil yang dimiliki oleh jelaga karbon. Pengukuran hambatan dari jelaga karbon dilakukan menggunakan multimeter digital.

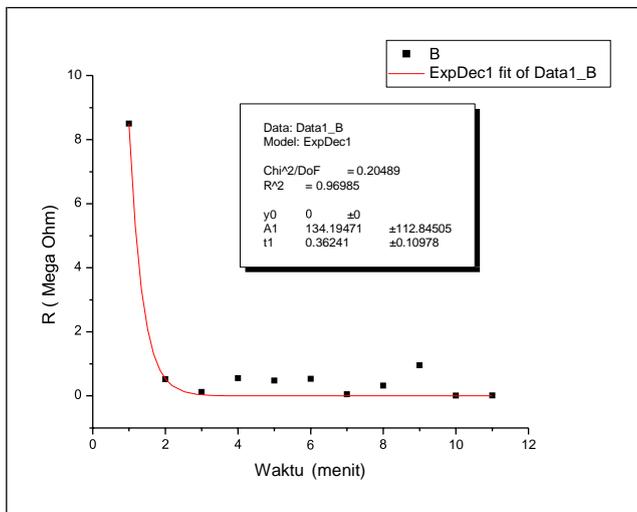
Kaca preparat diletakkan di atas lampu teplok dengan variasi ketinggian tertentu. Variasi yang diberikan berupa variasi ketinggian dan sudut kaca preparat di atas lampu teplok serta lamanya waktu pengasapan yang dilakukan. Dari berbagai variasi yang diberikan tersebut, akan berpengaruh terhadap tebal atau tipisnya jelaga yang menempel pada kaca preparat. Dari tebal dan tipisnya jelaga yang menempel, tentu akan berpengaruh terhadap nilai hambatan jelaga yang terukur. Dimana semakin tebal jelaga yang menempel, maka nilai hambatan yang terukur akan semakin kecil, sedangkan semakin tipis jelaga yang menempel maka nilai hambatan yang terukur akan semakin besar. Hasil uji hambatan jelaga karbon dapat dilihat pada Gambar 4.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

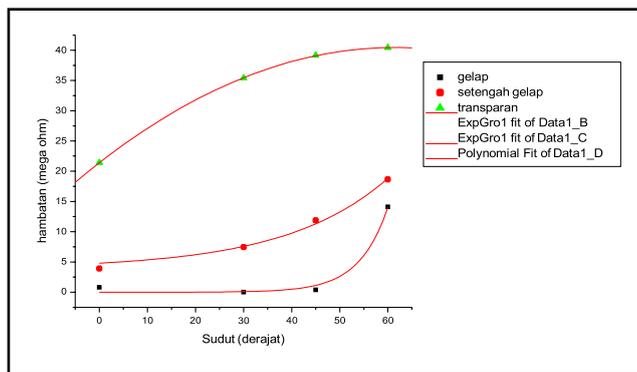
Dalam penelitian ini digunakan lampu teplok berbahan bakar minyak tanah untuk menghasilkan jelaga karbon. Jelaga karbon ditimbulkan dari hasil pembakaran tidak



(a)



(b)



(c)

**Gambar 4.**(a) Grafik hubungan hambatan dengan ketinggian preparat, (b) Grafik hubungan hambatan dengan waktu pengasapan, (c) Grafik hubungan hambatan dengan sudut preparat.

Gambar 4 merupakan grafik hubungan antara nilai hambatan karbon dengan variasi ketinggian dan sudut preparat, serta lamanya

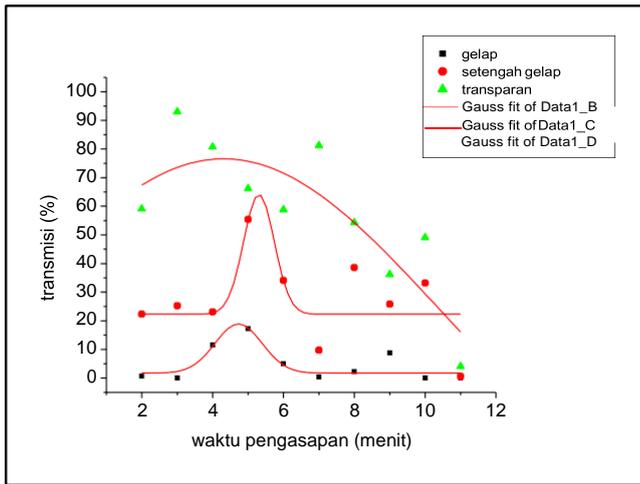
waktu pengasapan. Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin tebal jelaga yang menempel, maka nilai hambatan yang terukur akan semakin kecil, sedangkan semakin tipis jelaga yang menempel maka nilai hambatan yang terukur akan semakin besar.

Ketika diberikan variasi ketinggian maupun lamanya waktu pengasapan, nilai hambatan yang terukur mengalami penurunan. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin bertambahnya ketinggian dan bertambahnya lama waktu pengasapan, maka jelaga karbon yang dihasilkan semakin tebal.

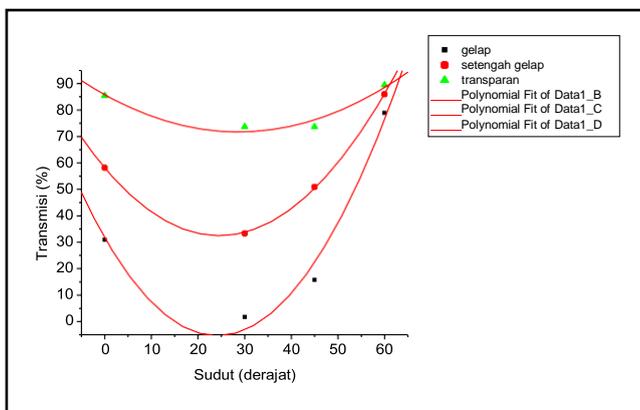
Pada variasi sudut kaca preparat, dapat terlihat bahwa ketika sudut  $0^\circ$ , jelaga yang menempel merupakan yang paling tebal, hal tersebut dikarenakan nilai hambatan yang terukur merupakan nilai yang paling kecil dibandingkan dengan sudut yang lain.

### Hasil Uji Transparansi

Pengujian transparansi dilakukan untuk mengetahui hasil sintesis jelaga karbon yang paling tipis. Pengujian dilakukan dengan melewatkan cahaya laser pointer pada jelaga karbon yang menempel pada kaca preparat. Setelah itu cahaya laser pointer yang melewati kaca preparat akan dibaca besar nilai intensitasnya dengan lux meter. Hasil uji transparansi jelaga karbon dapat dilihat pada Gambar 5.



(a)



(b)

**Gambar 5.**(a) Grafik hubungan transmisi dengan waktu pengasapan, (b) Grafik hubungan transmisi dengan sudut preparat.

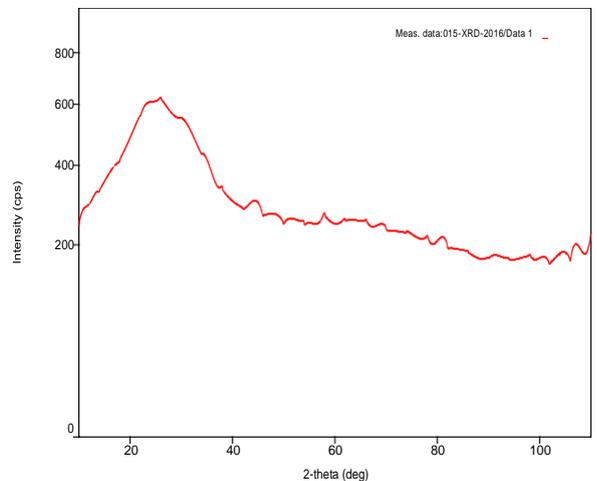
Gambar 5 merupakan grafik hubungan nilai transmisi dengan variasi sudut kaca preparat dan waktu pengasapan. Pada variasi lamanya waktu pengasapan dapat terlihat bahwa grafik yang dihasilkan menunjukkan persamaan distribusi Gaussian. Nilai transmisi paling besar yang dihasilkan berada pada waktu pengasapan sekitar 4 hingga 5 menit.

Pada variasi sudut kaca preparat yang diberikan, grafik yang dihasilkan menunjukkan persamaan polynomial. Dimana nilai transmisi paling besar yang dihasilkan dari jelaga karbon berada pada sudut 60°.

### Hasil Uji XRD

Pengujian XRD dilakukan untuk mengetahui karakterisasi dan ukuran partikel jelaga karbon hasil pembakaran lampu teplok berbahan bakar minyak tanah. Pengujian XRD dilakukan pada Laboraturium Kimia FMIPA UNY.

Pada penelitian ini sampel yang diuji XRD adalah sampel dengan variasi lamanya waktu pengasapan selama 1 menit.



**Gambar 6.** Hasil Uji XRD dengan waktu pengasapan 1 menit.

Dari Gambar 6 dapat terlihat bahwa hasil dari grafik XRD jelaga karbon, tidak menunjukkan adanya puncak difraksi suatu fasa kristal pada lapisan. Berdasarkan hasil analisa XRD menunjukkan sampel jelaga karbon yang diuji merupakan material yang berfasa amorf. Dalam grafik XRD tersebut terdapat puncak dengan intensitas tertinggi yang berada dalam sudut 26,24 pada 2θ. Ukuran material dari puncak tersebut dianalisa menggunakan persamaan Scherrer dan diperoleh ukuran jelaga karbon sebesar 24,86 nm.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan analisis data, maka dari penelitian dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Mengatur ketinggian dan sudut kaca preparat pada ujung lampu teplok serta lamanya waktu pengasapan memberikan pengaruh terhadap nilai hambatan yang dihasilkan dari jelaga karbon. Ketinggian yang menunjukkan nilai hambatan terkecil adalah 8 cm dengan sudut  $0^\circ$  dan lamanya waktu pengasapan yang dilakukan adalah 10 menit.
2. Nilai transparansi yang paling besar dari jelaga karbon yang dihasilkan adalah sebesar 93,07%, dengan meletakkan kaca preparat pada ketinggian 8 cm dengan sudut  $0^\circ$  dan lamanya waktu pengasapan yang dilakukan adalah 3 menit.
3. Karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan struktur atom jelaga karbon yang terbentuk berupa struktur amorf dengan ukuran partikel jelaga karbon sebesar 24,86 nm.

### Saran

Setelah terselesaikannya penelitian ini, beberapa saran berikut perlu diperhatikan bagi peneliti selanjutnya.

1. Sumber pembakaran yang digunakan dapat diganti dengan yang lain seperti lilin, bensin, atau menggunakan jelaga hasil pembakaran tidak sempurna dari sampah organik daun-daun kering.
2. Jelaga karbon ternyata memiliki sifat yang anti air, sehingga dapat diteliti lebih lanjut tentang sifat anti air yang dimilikinya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Cui.R. dan Jun-Jie Zhu.(2010). Fabrication of a Novel Electrochemical Immunosensor Based on The Gold Nanoparticles/Colloidal Carbon Nanosphere Hybrid Material,*Elsevier*, 55, 7814-7817.
- Hu Bo et al. (2010). Engineering Carbon Materials from the HydrothermalCarbonization Process of Biomass, *Advance Materials*, 22, 1–16.
- Shuo Zhao et al. (2010). Preparation of Carbon Spheres from Potato Starch and Its Stabilization Mechanism, *New carbon materials*, 25(6),438-443.