

## SINTESIS DAN KARAKTERISASI *GRAPHENE OXIDE* BERBAHAN DASAR GRAFIT OLAHAN MENGGUNAKAN METODE AUDIOSONIKASI

### *SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF GRAPHENE OXIDE BASED ON PROCESSED GRAPHITE USING AUDIOSONICATION METHOD*

Inetya Ihza Hanifa<sup>1\*</sup>, Wipar Sunu Brams Dwandaru<sup>2</sup>

Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Negeri Yogyakarta<sup>1</sup> dan Dosen Jurusan Pendidikan Fisika,  
Universitas Negeri Yogyakarta<sup>2</sup>

\*Email: Inetyaihza.2017@student.uny.ac.id

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi terhadap eksfoliasi lapisan grafit menjadi *graphene oxide* (GO) berdasarkan karakterisasi ultraviolet-visible (UV-Vis) dan Fourier Transform Infrared (FTIR) spektroskopi, dan mengetahui pengaruh waktu terhadap eksfoliasi lapisan grafit menjadi GO berdasarkan karakterisasi UV-Vis dan FTIR. Percobaan ini dimulai dengan mencampurkan serbuk grafit pensil dengan aquades kemudian disonikasi menggunakan *horn speaker*. Variasi yang digunakan saat proses sonikasi adalah variasi frekuensi dan waktu sonikasi. Hasil UV-Vis untuk GO dengan variasi waktu 15 menit, 30 menit, 60 menit, 120 menit didapatkan puncak absorbansi masing-masing pada panjang gelombang 226 nm, 227 nm, 228 nm, 229 nm yang menunjukkan pengaruh waktu audiosonikasi terhadap eksfoliasi lapisan grafit. Semakin lama waktu audiosonikasi maka puncak absorbansi berada pada panjang gelombang yang semakin tinggi. Getaran paling kuat pada frekuensi 50 Hz yang menunjukkan puncak absorbansi pada panjang gelombang 225,5 nm. Uji FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi C=C dan O-H yang menunjukkan gugus fungsi GO.

**Kata-Kata Kunci:** grafit, UV-Vis, FTIR, sonikasi, *horn speaker*

**Abstract.** This study aims to determine the effect of sonication on the exfoliation of graphite layer into *graphene oxide* (GO) with frequency and time variation based on ultraviolet-visible characterization (UV-Vis) and Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy. The experiment began by mixing pencil graphite powder with aquades and then sonicated using a speaker horn. UV-Vis results for GO with a time variation of 15 minutes, 30 minutes, 60 minutes, 120 minutes obtained peak absorption respectively at wavelengths of 226 nm, 227 nm, 228 nm, 229 nm that show the influence of audiosonation time on the exfoliation of graphite layers. The longer the audiosonic time, the higher the absorption peak. The strongest vibration at a frequency of 50 Hz indicates peak absorption at a wavelength of 225.5 nm. FTIR test indicates the presence of C=C and O-H function groups.

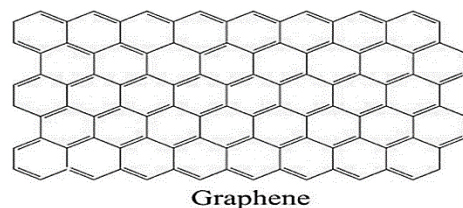
**Keywords:** graphite, UV-Vis, FTIR, sonication, horn speakers

#### PENDAHULUAN

Grafit ialah alotrop karbon yang dapat menghantarkan arus listrik dan panas dengan baik. Dalam struktur grafit tiap atom karbon membentuk ikatan kovalen dengan 3 atom karbon yang lain membentuk lapisan heksagonal dengan struktur berlapis semacam tumpukan kartu. Hal ini disebabkan atom karbon mempunyai 4 elektron valensi hingga pada tiap atom karbon masih ada satu elektron yang belum berikatan (elektron bebas).

Satu lapisan grafit disebut *graphene*. *Graphene* merupakan material dua dimensi yang tersusun atas atom karbon yang memiliki susunan heksagonal. Grafit memiliki sifat semi-logam dengan konduktivitas 10-3

$\Omega\text{cm}$  (Saito, 2004: 63). Material ini memiliki beberapa sifat elektronik, optik, dan mekanik yang menarik. *Graphene* bersifat semikonduktor, transparan hingga 98%, dan sangat kuat (Rafitasari *et al.*, 2016). Sifat yang menarik tersebut membuat material *graphene* banyak diteliti.



Gambar 1. Struktur *Graphene* (Zhu *et al.*, 2014)

Material ini dapat diaplikasikan pada fabrikasi tinta konduktif, *transistor terahertz*, *ultrafast photodetector*, *flexible touchscreen*, dan lain-lain (Rafitasari *et al.*, 2016). *Graphene* memiliki sifat transparan hingga 98% sehingga berpotensi digunakan sebagai pengganti elektroda transparan *indium tin oxide* (ITO) dalam pembuatan *display* optik. Meskipun material ini memiliki ketebalan satu atom, kekuatan *graphene* melebihi baja. Ikatan kovalen antar karbon yang kuat menyebabkan *graphene* sulit diregangkan (Rafitasari *et al.*, 2016).

*Graphite oxide* (GO) merupakan senyawa turunan dari *graphene*. Struktur GO secara sederhana diasumsikan sebagai lembaran *graphene* yang terikat dengan oksigen dalam bentuk karboksil, hidroksil, atau kelompok epoksi (Bete *et al.*, 2019). *Graphite oxide* yang dikenal sebagai *graphitic acid* telah ditemukan sejak tahun 1859 setelah Brodie mengoksidasi grafit dengan campuran kalium klorida ( $\text{KClO}_3$ ) dan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ). Sejak itu ada berbagai cara dikembangkan untuk memperoleh *graphene oxide* (GO). Staudenmaier mengembangkan metode Brodie dengan menambahkan sulfida pada pelarut oksidannya (Syakir *et al.*, 2015). Pada tahun 1958, William S. Hummers dan Richard E. Offeman mempublikasikan metode oksidasi untuk mengubah grafit menjadi GO. Metode ini yang kemudian dikenal sebagai metode Hummers. Metode tersebut mengoksidasi grafit dengan cara mereaksikan grafit dengan kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) dan natrium nitrat ( $\text{NaNO}_3$ ) dalam larutan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) (Syakir *et al.*, 2015).

Metode Hummer masih menggunakan bahan-bahan berbahaya sehingga harus berhati-hati saat melakukan penelitian. Metode Hummer juga dapat merusak lingkungan serta proses produksi yang lama. Maka dari itu, digunakan metode alternative, yaitu *liquid sonication exfoliation* (LSE). Metode LPE menjadi metode yang efisien karena caranya yang mudah dan murah, namun dapat menghasilkan lembaran *graphene* dengan kualitas yang baik (Wang *et al.*, 2014). Metode ini dianggap lebih aman karena merupakan sintesis *graphene* dalam fase cair yang mudah dilakukan, efisien, sederhana, dan murah.

Hasil dari sintesis material GO kemudian dikarakterisasi menggunakan uji spektrofotometer ultraviolet-visible (UV-Vis). Banyak penelitian tentang eksfoliasi lapisan grafit dengan berbagai metode yang sering dijumpai dari penelitian yang sudah ada. Metode yang paling banyak digunakan adalah sonikasi dengan frekuensi ultrasonik. Menurut Candani *et al* (2018) sonikasi juga dapat digunakan untuk mempercepat proses pelarutan suatu materi dengan prinsip pemecahan reaksi intermolekuler sehingga terbentuk suatu partikel yang berukuran nano. Penelitian ini

difokuskan pada frekuensi audiosonik yang akan memanfaatkan getaran dari *horn speaker*. Bunyi audiosonik menggunakan frekuensi antara 20 Hz – 20 kHz (Fikri *et al.*, 2016). Penggunaan frekuensi audiosonik dalam penelitian ini dikarenakan *horn speaker* dianggap dapat bekerja optimal saat berada dalam frekuensi rendah.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2020 sampai bulan Desember 2020. Penelitian dilaksanakan di laboratorium Getaran dan Gelombang lantai 2 Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Negeri Yogyakarta, Laboratorium Terpadu FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, dan Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia.

### Prosedur Penelitian

Penelitian ini meliputi 2 tahap, yakni tahap sintesis dan tahap karakterisasi. Tahap sintesis GO dimulai dengan menyerut grafit pensil 2B kemudian ditumbuk. Setelah ditumbuk, 0,3 gr grafit dicampurkan dengan 100 ml aquades menggunakan blender selama 15 detik. Larutan grafit kemudian disonikasi sesuai dengan variasi yang dituju dengan menggunakan *Horn Speaker*. Tahap selanjutnya adalah karakterisasi sampel endapan yang berupa larutan dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis dan FTIR. Karakterisasi UV-Vis digunakan untuk mengukur transmitan atau absorban suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang sedangkan FTIR digunakan untuk mendeteksi gugus fungsi.

### Teknik Analisis Data

Setelah grafit disintesis, dilakukan pengujian UV-Vis dan FTIR. Uji UV-Vis dilakukan untuk masing-masing variasi. Hasil pengujian diperoleh data berupa grafik hubungan antara panjang gelombang dengan absorbansinya kemudian data dianalisis. Uji FTIR dilakukan untuk masing-masing variasi. Hasil pengujian diperoleh data berupa grafik hubungan antara bilangan gelombang dengan transmitansinya. Data kemudian dianalisis untuk menentukan gugus fungsi yang dimiliki oleh GO.

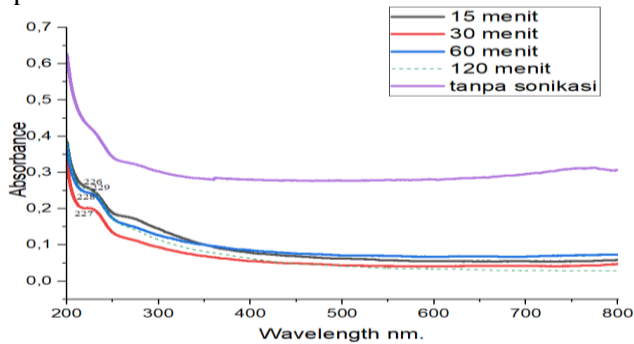
## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### A. Uji UV-Vis

#### 1. Variasi Waktu

Hasil sintesis larutan GO berbahan dasar grafit

pencil dikarakterisasi dengan uji UV-Vis. Hasil karakterisasi di uji UV-Vis variasi waktu ditunjukkan pada Gambar 1.



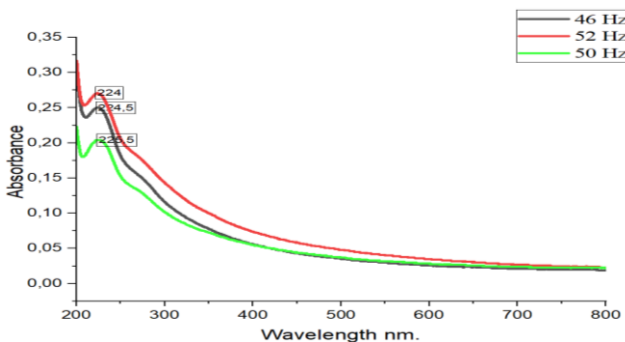
Gambar 2. Grafik karakterisasi UV-Vis Variasi Waktu.

Berdasarkan Gambar 1, menunjukkan 1 puncak utama absorbansi. Puncak absorbansi pada uji UV-Vis menunjukkan adanya transisi elektron  $\pi \rightarrow \pi^*$  pada ikatan C = C (Wu *et al.*, 2017). Pada variasi waktu 15 menit, 30 menit, 60 menit, dan 120 menit diperoleh puncak absorbansi pada panjang gelombang berturut turut 226 nm, 227 nm, 228 nm, 229 nm.

Menurut jurnal yang ditulis oleh Tyurnina *et al* (2020) mengatakan bahwa karakteristik spektrum UV-Vis dengan puncak absorbansi 230 nm menunjukkan GO.

## 2. Variasi Frekuensi

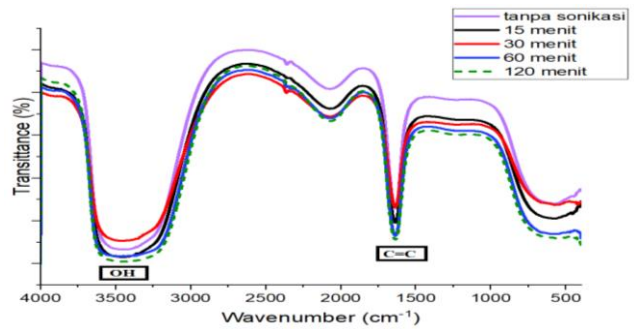
Hasil karakterisasi di uji UV-Vis variasi waktu ditunjukkan pada Gambar 2. Proses sonikasi dilakukan dengan *horn speaker* selama 1 jam.



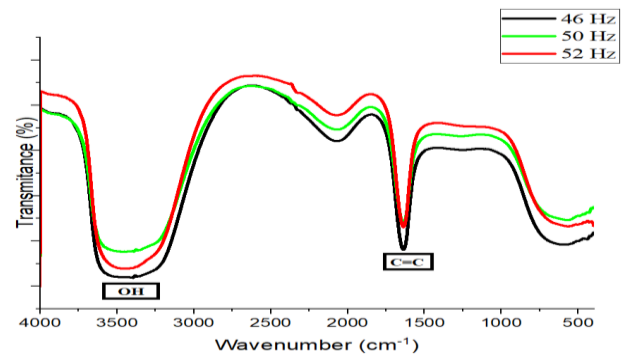
Gambar 3. Grafik karakterisasi UV-Vis Variasi Frekuensi.

Gambar 2 diatas merupakan hasil dari uji UV-Vis variasi frekuensi dengan frekuensi 46 Hz menunjukkan puncak absorbansi pada panjang gelombang 224 nm, pada frekuensi 50 Hz menunjukkan puncak berkisar 225,5 nm dan frekuensi 52 Hz menghasilkan puncak 224,5 nm. Gambar 12 menunjukkan berhasilnya terbentuknya GO dengan puncak panjang gelombang antara 224 nm – 225,5 nm.

## B. Uji FTIR



Gambar 4. Grafik perbandingan karakterisasi FTIR variasi waktu.



Gambar 5. Grafik perbandingan karakterisasi FTIR variasi frekuensi.

Pada gambar 3 & 4 menunjukkan adanya ikatan C=C stretching senyawa alkena yang terbentuk pada sampel GO menandakan adanya material karbon pada sampel GO. Sedangkan adanya ikatan OH menandakan adanya molekul air yang merupakan salah satu penyusun utama pada sampel. Hasil yang sama juga diperoleh oleh Dwandaru *et al.* (2019) dimana gugus fungsi yang terbentuk adalah ikatan C=C dan OH. Hasil uji FTIR menampilkan GO berbahan dasar grafit olahan pencil sukses terbuat. Hal tersebut didukung dengan terdapatnya gugus fungsi C=C selaku bagian lembaran GO dan gugus fungsi OH selaku bagian oksidanya.

Penelitian yang dilakukan oleh (Tyurnina, dkk 2020) tentang eksfoliasi lapisan grafit dengan frekuensi ultrasonik, menjelaskan bahwa proses eksfoliasi terjadi karena getaran dan kavitasi, namun belum ada penelitian lain yang memuat bahwa kavitasi terjadi pada frekuensi audiosonik, sehingga dapat dikatakan bahwa pada penelitian ini proses eksfoliasi lapisan grafit dapat terjadi karena adanya getaran.

Proses getaran dapat terjadi dikarenakan *horn speaker* dikenai frekuensi rendah yaitu dibawah 600 Hz – 12500 Hz. Karena frekuensi masukannya 46 Hz, 50 Hz, dan 52 Hz dinding *horn* akan ikut bergetar mengikuti *speaker*.

**SIMPULAN**

1. Hasil uji karakterisasi UV-Vis dengan variasi waktu sonikasi yang dilakukan berpengaruh terhadap eksfoliasi lapisan grafit. Semakin lama waktu sonikasi maka akan mendekati panjang gelombang 230 nm yang menunjukkan karakteristik GO. Sedangkan uji karakterisasi FTIR pada variasi waktu 46 Hz, 50 Hz, 52 Hz, menunjukkan terdapatnya gugus fungsi C=C dan OH dimana C=C selaku bagian lembaran GO dan gugus fungsi OH selaku bagian oksidanya.
2. Hasil karakterisasi UV-Vis dengan variasi frekuensi menghasilkan puncak tertinggi pada frekuensi 50 Hz dimana frekuensi ini menghasilkan getaran yang paling kuat. Sedangkan, hasil FTIR pada variasi frekuensi menunjukkan terdapatnya gugus fungsi C=C dan OH.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terimakasih kepada Wipar Sunu Brams Dwandaru, M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing penelitian, Prof. Dr. Heru Kuswanto, M.Si, selaku penguji utama, Laila Katriani S.Si., M.Si, selaku penguji pendamping, dan semua pihak yang berperan aktif dalam membantu anda menyelesaikan penelitian.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Bete, Y.I., Minsyahril, B., Albert, Z.J., & Redi, K.P. 2019. *Kajian Awal Sifat Optik Graphene Oxide Berbahan Dasar Arang Tongkol Jangung yang Disintesis dengan Metode Liquid Phase Exfoliation (LPE)*. Kupang: Universitas Nusa Cendana. Jurnal Fisika Vol. 4, No. 2. [ISSN: 2503- 5274(p), 2657-1900(e)]
- Candani, D., Masita, U., Winda, N., & Rahadian Zainul. 2018. *A Review Pemanfaatan Teknologi Sonikasi*
- Dwandaru, W.S.B., Lia, D.P., & Rhyko, I.W. 2019. *Formation of Graphene Oxide From Carbon Rods of Zinc-Carbon Battery Wasted by Audiosonic Sonication Assisted by Commercial Detergent*. Yogyakarta: Physics Education Departement FMIPA UNY. *Nanotechnology and Precision Engineering 2* (2019) 89-94.
- Rafitasari, Y., Haris, S., Nurul, I., Fitri, L., Hesti, R., & Iman, S. 2016. *Sintesis Graphene Oxide dan Reduced Graphene Oxide*. Yogyakarta: Departemen Fisika FMIPA UGM. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016* Vol. 5.
- Saito, T. 2004. *Kimia Anorganik* terjemahan Ismunandar. Tokyo: Iwanami Shoten
- Syakir, Norman. *Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar*. Jurnal Fisika Indonesia 2015; No: 55, (Vol XIX), Edisi November.
- Tyurnina, A.V., Lakovos, T., Justin, M., Jiawe, M., Kyriakos, P., Barbara, M., Nicole, G., & Dmitry, G.E. 2020. *Ultrasonic Exfoliation of Graphene in Water: A Key Parameter Study*. Elsevier Ltd. Jurnal Pre-proof.
- Wang, Shuai., Min Yi., Zhigang Shen. 2014. *The Effect of Surfactants and Their Concentrations On The Liquid-Exfoliation of Graphene*. Cina: Beijing University.
- Fikri, A.A., & Dwandaru, W.S.B. 2016. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Surfaktan Dan Waktu Ultrasonikasi Terhadap Sintesis Material Graphene Dengan Metode Liquid Sonification Exfoliation Menggunakan Tweeter Ultrasonication Graphite Oxide Generator*. Jurnal FMIPA UNY
- Wu, F., Amiang X., MengXiao, S., Yuan, W., & Mingyang, W. 2015. *Reduced Graphene Oxide (RGO) Modified Spongelike Polypyrrole (Ppy) Aerogel for Excellent Electromagnetic Absorbtion*. Nanjing: Royal Society of Chemistry. J. Mater Chem No. 3: 14358-14369.
- Zhu, J., Duan, R., Zhang, S. 2014. *The application of graphene in lithium ion battery electrode materials*. SpringerPlus 3, 585. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-585>