

## Sintesis dan Karakterisasi *Reduced Graphene Oxide* Berbahan Dasar Karbon Baterai NMC Menggunakan Metode Audiosonikasi

### *Synthesis and Characterization of Reduced Graphene Oxide Based on Carbon NMC Batteries Using The Audiosonication Method*

Niken Kristiyanti<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>

[Nikenkristiyanti.2017@student.uny.ac.id](mailto:Nikenkristiyanti.2017@student.uny.ac.id)

**Abstrak-** Penelitian ini bertujuan untuk melakukan sintesis dan karakterisasi rGO menggunakan metode audiosonikasi dengan bahan dasar karbon baterai nikel-mangan-cobalt (NMC) berdasarkan uji spektrofotometer ultraviolet-visible (UV-Vis) dan Fourier Transform Infrared (FTIR) spektroskopi, dan mengetahui pengaruh waktu audiosonikasi terhadap eksfoliasi grafit menjadi rGO berdasarkan uji UV-Vis dan FTIR. Penelitian dimulai dengan mencampurkan 0,3 gram serbuk grafit karbon NMC ke dalam cairan 100 ml aquades yang kemudian diblender selama 15 detik. Selanjutnya, dilakukan sintesis rGO dengan metode sonikasi menggunakan horn speaker pada frekuensi audiosonik. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian adalah variasi waktu, yaitu 15 menit, 30 menit, 1 jam, dan 2 jam. Sampel hasil sintesis rGO kemudian dikarakterisasi menggunakan uji spektrofotometer UV-Vis dan FTIR. Hasil sintesis rGO yang dikarakterisasi menggunakan uji FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi OH dan C=C yang merupakan gugus fungsi utama penyusun rGO. Waktu sonikasi mempengaruhi hasil eksfoliasi yang diperoleh, semakin lama waktu sonikasi, maka semakin besar pula nilai absorbansinya yang ditandai dengan nilai puncak absorbansi tertinggi berada pada waktu 1 jam dengan panjang gelombang 263 nm dan terendah pada panjang gelombang 259 nm yaitu pada waktu 15 menit dan 2 jam.

**Kata-Kata Kunci:** grafit, rGO, UV-Vis, FTIR, audiosonikasi.

**Abstract-** This research's purposes are synthesize and characterize rGO using audiosonication method with nickel-manganese-cobalt (NMC) battery as the base material based on ultraviolet-visible (UV-Vis) spectrophotometer and Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy, and find the effect of audiosonication's duration towards graphene exfoliation into rGO based on UV-Vis and FTIR test. This research started with mixing 0,3 gram of carbon graphene NMC powder into 100 ml aquades liquid which then mixed for 15 seconds. Then, the rGO synthetization was done by sonication method using horn speaker at audiosonic frequency. The independent variable in this research was duration variance. The sample results of rGO synthetization then being characterized using UV-Vis spectrophotometer test and FTIR. The synthetization result of rGO which have been characterized using FTIR test showed the existence of OH and C=C functional group, in which was the main functional group that compose rGO. The sonication's duration affects the exfoliation result. The UV-Vis spectrophotometer test showed that the longer the sonication's duration the bigger the absorbance value, in which marked by the highest value of absorbance peak is during one hour duration with 263 nm wavelength and the lowest value is during 15 minutes duration and 2 hours duration with 259 nm wavelength.

**Keywords :** graphene, rGO, UV-Vis, FTIR, audiosonication.

## PENDAHULUAN

Penggunaan baterai merupakan suatu kebutuhan yang tidak dapat dihindari dalam kehidupan sehari-hari. Seiring dengan perkembangan zaman, baterai telah dikembangkan menyesuaikan dengan kebutuhan masyarakat saat ini yakni praktis dan berdaya guna besar. Salah satunya ialah baterai lithium nickel-mangan-cobalt (NMC) atau yang sering disebut baterai NMC. Baterai memiliki kandungan berbagai macam logam berat seperti merkuri, lithium, timbal, nikel, mangan, dan cadmium. Bahan-bahan tersebut apabila dibuang sembarangan dan dibiarkan begitu saja, dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan.

Daur ulang (recycle) untuk baterai ini sangatlah dibutuhkan, karena apabila limbah-limbah baterai tersebut dibiarkan terus menumpuk setiap harinya maka akan semakin membahayakan lingkungan dan kesehatan. Di dalam baterai, terdapat batang karbon yang apabila didaur ulang dapat diolah menjadi bahan yang lebih bermanfaat dan berdaya guna besar. Batang karbon dapat diolah menjadi graphene oxide (GO), suatu bahan yang berdaya guna tinggi dalam pembuatan barang-barang berkualitas, khususnya elektronik.

GO dapat diproduksi dengan mengeksfoliasi lapisan grafit menggunakan metode Hummer. Kemudian reduced GO (rGO) dapat diproduksi dengan mereduksi GO menggunakan hidrazine hidrat atau agen pereduksi (Sharma dkk., 2017). Metode Hummer kurang aman karena menggunakan material-material yang beracun. Material-material beracun tersebut, yaitu: FeCl<sub>3</sub>, ethanol, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KMnO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, dan HCl (Wu dkk., 2015).

Metode yang dapat digunakan dalam pengolahan karbon menjadi GO adalah metode liquid sonication exfoliation (LSE). Dengan metode tersebut dapat dihasilkan GO dalam bentuk larutan. Metode ini merupakan eksfoliasi larutan grafit dalam fase cair dan sonikasi. Penelitian tentang eksfoliasi lapisan grafit menggunakan metode ini telah banyak dilakukan, tetapi proses sonikasi dilakukan dengan frekuensi ultrasonik. Pada penelitian ini, proses sonikasi dilakukan dengan frekuensi audiosonik. Audiosonik menggunakan frekuensi antara 20 Hz – 20 kHz (Dwardaru dkk., 2016). Proses eksfoliasi pada penelitian ini memanfaatkan getaran pada horn speaker sehingga getaran akan lebih maksimal pada frekuensi rendah, yaitu audiosonik.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Getaran dan Gelombang lantai 2 Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Negeri Yogyakarta. Pengujian bahan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilaksanakan di laboratorium Kimia Analitik lantai 2 Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Negeri Yogyakarta dan pengujian bahan menggunakan spectrometer FTIR dilaksanakan di laboratorium FMIPA Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2020 hingga Februari 2021. Jenis penelitian ini adalah eksperimen.

Material yang digunakan pada penelitian ini karbon baterai NMC yang didapatkan dengan cara membongkar baterai dan diambil batang karbonnya, yang kemudian dikerik dan dihaluskan sehingga menghasilkan serbuk grafit. Penelitian ini dilakukan dengan dua tahap, yaitu tahap sintesis dan tahap karakterisasi.

Ada 4 macam data pada penelitian ini, yaitu variasi waktu 15 menit, 30 menit, 1 jam, dan 2 jam. Tahap pertama penelitian ini adalah tahap sintesis, penelitian dimulai dengan melarutkan 0,3 gr serbuk grafit ke dalam 100 ml aquades yang kemudian diblender selama 15 detik dan langsung dituangkan ke dalam *horn speaker* yang telah dihubungkan dengan amplifier. Larutan yang telah dituangkan ke dalam *horn speaker* selanjutnya disonikasi sesuai dengan variasi waktu yang telah ditentukan. Frekuensi yang dipakai untuk proses sonikasi pada seluruh sampel adalah 50 Hz.

Setelah tahap sintesis dilakukan, selanjutnya adalah tahap karakterisasi sampel. Karakterisasi dilakukan dengan dua macam uji, yaitu spektrofotometer UV-Vis dan FTIR. Karakterisasi UV-Vis dilakukan untuk mengetahui puncak absorpsi sampel pada panjang gelombang tertentu. Panjang gelombang yang digunakan berada pada rentang 200 nm-800 nm. Selanjutnya adalah karakterisasi dengan menggunakan uji FTIR. Karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui gugus-gugus fungsi yang terdapat pada sampel melalui grafik transmitansi dan bilangan gelombang.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, sintesis dan karakterisasi rGO dilakukan menggunakan metode LSE tanpa bantuan detergen. Alat yang digunakan adalah horn speaker yang diberi daya dengan frekuensi audiosonikasi. Sintesis rGO dilakukan dengan

memvariasi waktu, yaitu 15 menit, 30 menit, 1 jam, dan 2 jam masing-masing dengan frekuensi 50 Hz. Penetapan frekuensi dilakukan berdasarkan hasil uji UV-Vis yang telah dilakukan untuk beberapa frekuensi, yaitu 30 Hz, 50 Hz, dan 70 Hz. Hasil uji UV-Vis menunjukkan rGO pada ketiga sampel tersebut menghasilkan nilai puncak absorbansi dengan nilai yang sangat mirip. Nilai puncak absorbansi sebanding dengan nilai frekuensi, semakin besar frekuensi yang diberikan maka semakin besar pula nilai puncak absorbansi yang dihasilkan. Hal tersebut sesuai dengan pengertian frekuensi, yaitu banyaknya getaran tiap satuan waktu. Dipilih frekuensi 50 Hz karena selain perbedaan hasilnya yang tipis, pada frekuensi 50 Hz juga menunjukkan adanya getaran yang nampak pada saat proses eksfoliasi.

Massa yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,3 gram. Kemudian untuk mengetahui karakterisasi hasil sonikasi tersebut dilakukan uji spektrofotometer UV-Vis dan uji FTIR. Karakteristik spektrum UV-Vis dengan puncak absorbansi 230 nm menunjukkan GO, sedangkan puncak absorbansi 270 nm menunjukkan graphene atau rGO (Tyurnina dkk., 2020).

### A. Sintesis rGO menggunakan metode LSE

Metode yang digunakan untuk mensintesis material rGO adalah metode LSE. Metode ini menghasilkan material rGO dengan cara membelah material grafit menjadi lembaran-lembaran graphene, dengan memanfaatkan getaran yang terdapat pada dinding horn speaker. Ketika larutan grafit yang berada pada horn speaker diberi getaran, maka lapisan-lapisan grafit tersebut merenggang sehingga terisi oleh air dan udara yang semakin lama lapisan akan terlepas satu persatu.

Sampel hasil pencampuran karbon dengan akuades yang telah diblender selama 15 detik diberi perlakuan sonikasi sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Kemudian dibandingkan hasil larutan yang telah disonikasi dengan yang belum diberi perlakuan sonikasi. Hasil larutan sebelum dan sesudah disonikasi dapat dilihat pada Gambar 1.

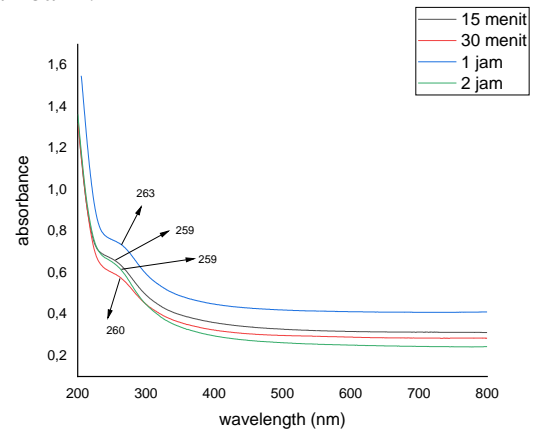


Gambar 1. Sampel hasil sintesis rGO

Berdasarkan pada Gambar 1, dapat dilihat bahwa larutan tanpa sonikasi (sampel ujung kanan) lebih bening dan endapan terlihat menggumpal di bawah daripada sampel yang lainnya. Hal tersebut dikarenakan efek dari perlakuan sonikasi. Pengkeruhan larutan disebabkan oleh semakin banyaknya lapisan grafit yang tereksfoliasi oleh gelombang audiosonikasi pada getaran horn speaker. Dari semua perlakuan sampel dengan berbagai variasi menunjukkan kesamaan, yaitu larutan grafit menjadi keruh.

### B. Pengujian sampel menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Pengujian spektrofotometer UV-Vis dilakukan untuk mengetahui adanya graphene pada larutan sampel hasil sintesis. Hasil karakterisasi ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara panjang gelombang dan puncak absorbansi pada larutan sintesis rGO yang kemudian dibandingkan dengan literatur yang sudah ada. Nilai absorbansi yang diperoleh pada karakterisasi ini diukur dengan panjang gelombang 200nm - 800 nm. Penelitian terdahulu seperti Tyurnina dkk., (2020) menyebutkan bahwa puncak absorbansi panjang gelombang GO berada pada 223 nm dan puncak absorbansi rGO berada pada panjang gelombang 270 nm. Hasil karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hasil uji UV-Vis

Sampel terdiri dari empat variasi, yaitu variasi waktu 15 menit, 30 menit, 1 jam, dan 2 jam. Maksud dari variasi waktu adalah lamanya sampel disonikasi. Sonikasi dilakukan dengan frekuensi 50 Hz. Setelah semua variasi didapat kemudian dilakukan uji spektrofotometer UV-Vis pada keempat sampel tersebut. Selanjutnya, hasil uji UV-Vis diolah menggunakan Origin dan dihasilkan plot data grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2.

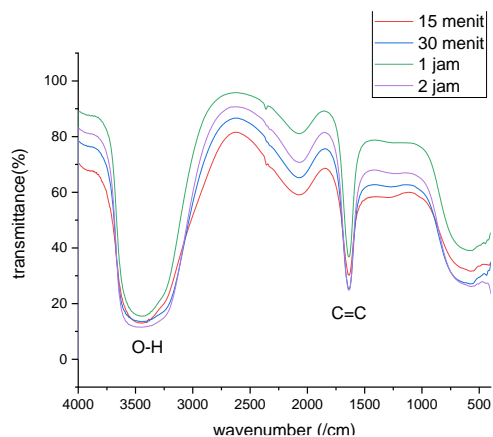
Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa keseluruhan sampel memiliki puncak bahu, yang membedakan adalah nilai puncak panjang gelombangnya. Grafik hasil karakterisasi UV-Vis menunjukkan nilai puncak bahu pada panjang gelombang antara 259 nm - 263 nm. Variasi waktu 15 menit menghasilkan nilai puncak absorbansi pada panjang gelombang 259 nm, variasi waktu 30 menit menghasilkan puncak absorbansi pada panjang gelombang 260 nm, variasi waktu 1 jam menghasilkan puncak absorbansi pada panjang gelombang 263 nm, dan variasi waktu 2 jam pada 259 nm.

Sesuai dengan penelitian Tyurnina dkk., (2020) yang menyatakan bahwa karakterisasi spektrum UV-Vis dengan puncak absorbansi 270 merupakan rGO. Berdasarkan hal tersebut, maka hasil karakterisasi dari keempat sampel variasi waktu di atas telah diperoleh rGO dengan puncak absorbansi 259 nm, 260 nm, 263 nm, dan 259 nm.

Hasil karakterisasi spektrum UV-Vis yang diperoleh menunjukkan bahwa lama waktu proses eksfoliasi menggunakan horn speaker dengan frekuensi audiosonikasi berpengaruh terhadap proses reduksi. Semakin lama waktu sonikasi, maka semakin besar nilai puncak absorbansi. Namun, terlalu lama waktu sonikasi juga dapat mempengaruhi hasil eksfoliasi yang diperoleh, yaitu sampel akan mengalami kerusakan.

### C. Pengujian Sampel Menggunakan FTIR

Karakterisasi FTIR ini dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada sampel yang telah disintesis. Hasil dari karakterisasi FTIR berupa spektrum transmitansi dan bilangan gelombang dengan range 400  $\text{cm}^{-1}$  - 4000  $\text{cm}^{-1}$ . Hasil karakterisasi uji FTIR dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hasil uji FTIR

Hal yang perlu diperhatikan dalam pengkarakterisasian rGO ini, yaitu hilangnya gugus fungsi yang mengandung oksigen setelah proses sintesis. Gugus fungsi yang terkandung dalam rGO adalah ikatan C=C, CO, C=O, dan OH (Hidayat dkk., 2018). Gugus fungsi utama yang dimiliki oleh GO maupun rGO, yaitu gugus fungsi C=C dan OH. Kedua gugus fungsi tersebut saling berikatan sehingga terbentuk struktur heksagonal atom karbon. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Fathia (2018), dinyatakan bahwa gugus fungsi C=C menjadi struktur dasar dari GO atau rGO yang saling berikatan dan membentuk heksagonal dimana ikatan rangkap tersebut merupakan ikatan kovalen.

Berdasarkan grafik pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa hasil dari karakterisasi FTIR pada sampel yang telah disonikasi menghasilkan 2 gugus fungsi. Gugus fungsi yang pertama adalah OH dengan puncak bilangan gelombang berkisar antara 3300 hingga 3500 ( $\text{cm}^{-1}$ ). Gugus fungsi kedua merupakan C=C dengan puncak bilangan gelombang berkisar antara 1600 hingga 1700 ( $\text{cm}^{-1}$ ). Dari semua sampel yang telah diuji menghasilkan gugus fungsi OH dan C=C. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Fathia, (2018) bahwa gugus fungsi utama yang dimiliki GO maupun rGO adalah C=C dan OH. Namun, hasil dari karakterisasi ini menunjukkan bahwa hasil sintesis rGO belum tereduksi secara sempurna karena masih mengandung beberapa gugus oksida. Hal tersebut sesuai berdasarkan penelitian Husnah dkk., (2015) yang menyatakan bahwa rGO tereduksi secara sempurna apabila tidak mengandung gugus oksida dan gugus fungsi yang dihasilkan hanyalah C=C.

### SIMPULAN

Hasil uji UV-Vis yang menunjukkan puncak absorbansi pada rentang panjang gelombang rGO yang mengindikasikan telah terjadinya eksfoliasi pada sampel. Hasil sintesis rGO yang dikarakterisasi menggunakan uji FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi OH dan C=C yang merupakan gugus fungsi utama penyusun rGO. Waktu sonikasi mempengaruhi hasil eksfoliasi yang diperoleh, semakin lama waktu sonikasi, maka semakin besar pula nilai absorbansinya yang ditandai dengan nilai puncak absorbansi tertinggi berada pada waktu 1 jam dengan panjang gelombang 263 nm dan terendah pada panjang gelombang 259 nm yaitu pada waktu 15 menit dan 2 jam. Hal tersebut dikarenakan semakin lama waktu sonikasi, maka semakin banyak grafit yang tereksfoliasi. Namun

semakin lama waktu sonikasi juga dapat memperbesar kemungkinan rusaknya sampel.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Maka dari itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada: Prof. Dr. Ariswan, M. Si. selaku penguji utama, Dr. Rida Siti N.M., M.Si., selaku penguji pendamping, Wipar Sunu Brams D., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing, dan seluruh pihak yang berperan aktif dalam membantu menyelesaikan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

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.

Fathia Azka., (2018). Sintesis Dan Karakterisasi *Graphene Oxide* Terkombinasi Nanopartikel Perak Dalam Fase Cair. Skripsi FPMIPA. Universitas Negeri Yogyakarta.

Hidayat Ahmad. Soni Setiadji, Eko Prabowo, Hadisantoso. (2018). "Sintesis Oksida Grafena

Tereduksi (rGO) Dari Arang Tempurung Kelapa (Cocos Nucifera)". Jurusan Kimia. Uin Sunan Gunung Djati Bandung. *Jurnal Al-kimiya*. 5, no 2.

Husnah, Miftahul, Hafizh. A. Fakhri, Namaz Effza. E., Akfiny H. Aimon, Ferry Iskandar. (2015). Pengembangan Metode Sederhana pada Sintesis *Reduced Graphene Oxide* (rGO) dan Pengaruhnya Terhadap Konduktivitas Listrik yang Dihasilkan. *Jurnal Fisika Material dan Elektronik*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung. Prosiding.

Sharma, Vandana dkk. (2015). *Graphene Synthesis via Exfoliation of Graphite by Ultrasonication*. Ambala: IJETI.

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*.

Wu, F., Amieng X., MengXiao, S., Yuan, W., & Mingyang, W. (2015). *Reduced Graphene Oxide (RGO) Modified Spongelike Polypyrrole (Ppy) Aerogel for Exellent Electromagnetic Absorbtion*. *Nanjing: Royal Society of Chemistry. J. Mater Chem* No. 3: 14358-14369.