

PENGARUH JUMLAH LILITAN SOLENOIDA ELEKTROLISATOR TERHADAP ABSORBANSI OPTIK GRAPHENE OXIDE (GO) YANG DISINTESIS DARI BAHAN PENSIL 2B

THE IMPACT OF ELECTROLYSATOR SOLENOID NUMBER OF TURN TOWARD GRAPHENE OXIDE (GO) OPTIC ABSORBANCE SYNTHESIZED FROM PENCIL 2B MATERIAL

Oleh : Oktiana Lusi Priyani¹, Rita Prasetyowati², Wipar Sunu Brams Dwandaru², Iman Santoso³.

¹Mahasiswa Program Studi Fisika FMIPA UNY

²Dosen Program Studi Fisika FMIPA UNY ³Dosen

Jurusan Fisika FMIPA UGM Email :

(oktianalusi@gmail.com)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk 1) mensintesis *graphene oxide* dari bahan pensil 2B menggunakan metode elektrolisis dengan kombinasi medan magnet dari solenoida, 2) mengetahui pengaruh solenoida terhadap sintesis *graphene oxide* menggunakan metode elektrolisis, dan 3) mengetahui pengaruh variasi jumlah lilitan solenoida terhadap spektrum absorbansi optik *graphene oxide* dari bahan pensil 2B yang disintesis menggunakan metode elektrolisis. Penelitian ini dilakukan dengan mensintesis material *graphene oxide* menggunakan metode elektrolisis dengan kombinasi medan magnet dari solenoida. Solenoida yang dikombinasikan pada proses elektrolisis meliputi solenoida dengan jumlah lilitan 500, 1000, dan 1500. Larutan elektrolit yang digunakan adalah asam sulfat H₂SO₄ 0,5 M dan KOH 30%. Sedangkan elektroda yang digunakan batang grafit pensil 2B sebagai anoda dan platina sebagai katoda. Hasil yang diperoleh dari metode elektrolisis kemudian difiltrasi menggunakan pompa filtrasi vakum untuk menghasilkan *graphite oxide*. *Graphite oxide* kemudian melewati proses lebih lanjut untuk menghasilkan *graphene oxide*. Proses tersebut diantaranya pendispersian dalam larutan DMF, ultrasonifikasi, dan sentrifugasi. Pengujian karakterisasi *graphene oxide* menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) telah berhasil disintesis material *grapheme oxide* dengan metode elektrolisis yang dikarakterisasi menggunakan uji spektrofotometer UV-Vis, 2) pengaruh solenoida terhadap sintesis *graphene oxide* adalah menimbulkan panas yang dapat meningkatkan suhu elektrolisis, dimana suhu ini dapat mempercepat terkikisnya lembaran-lembaran *graphene* dari batang grafit, dan 3) dari hasil UV-Vis sampel *graphene oxide*, semakin banyak jumlah lilitan maka nilai absorbansi absolut pada puncak pertama semakin naik. Hal ini menunjukkan bahwa adanya kombinasi medan magnet solenoida selain memberikan pengaruh suhu pada saat elektrolisis, yaitu dapat mempengaruhi nilai absorbansi.

Kata-kata Kunci: elektrolisis, *graphene oxide*, DMF, UV-Vis

Abstract

The aims of this research are 1) to synthesize *graphene oxide* of pencil 2B material using the electrolysis method that is combined with magnetic field of solenoid, 2) to know the impact of the solenoid to the synthesis of *graphene oxide* using electrolysis method, and 3) to know the impact of variation of solenoid number of turn toward the spectrum of *graphene oxide* optic absorbance obtained from pencil 2B material that is synthesized using electrolysis method. This research was done by synthesizing the material of *graphene oxide* using electrolysis method that was combined with magnetic field of solenoid. The combinations of solenoid used in this process were solenoid with the total number of turn of 500, 1000 and 1500. Solution electrolyte used were H₂SO₄ 0,5 M and KOH 30%. The electrodes used were graphite stick of pencil 2B as anode and platinum as the cathode. The product of the electrolysis method was filtered using vacuum filtration pump to produce *graphite oxide*. Then, *graphite oxide* went through the next processes to produce *graphene oxide*. The processes included dispersion in DMF solution, ultrasonification, and centrifuge. The examination of *graphene oxide* characterization was done using UV-Vis spectrophotometer. The results of this research show that: 1) the material of *graphene oxide* is successfully synthesized using electrolysis method characterized by UV-Vis spectrophotometer examination, 2) the impact of solenoid toward *graphene oxide* synthesis causes heat that can increase the electrolysis temperature where it can accelerate the exfoliation of *graphene* layers of *graphite* stick, and 3) the result of UV-Vis using *graphene oxide* as the sample shows that the greater the number of turn the greater the absorbance absolute proportion in the first peak. Thus, it shows that the combination of magnetic field of solenoid not only influences the temperature on the process of electrolyzing but also affects the absorbance proportion.

Keywords: electrolysis, *graphene oxide*, DMF, UV-Vis

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat ini telah membawa pengaruh dalam berbagai kehidupan manusia terutama dalam bidang nanoteknologi. Berbagai perlakuan pada material banyak dilakukan dalam berbagai bidang aplikasi nanoteknologi. Material-material tersebut disintesis dalam ukuran nanometer yang kemudian banyak dikenal sebagai nanomaterial. Salah satu nanomaterial yang sangat menarik untuk dikembangkan saat ini adalah *graphene*, material dua dimensi yang banyak dikaji oleh para peneliti dari berbagai bidang ilmu seperti fisika, kimia, maupun bidang teknik material.

Graphene merupakan nanomaterial yang berhasil diisolasi oleh ilmuwan dari Universitas Manchester yaitu Andre K. Geim dan Konstantin Novoselov pada tahun 2004. Material *graphene* berhasil mengantarkan mereka meraih penghargaan nobel pada tahun 2010 dengan metode yang dikenal dengan *scotch tape*. *Graphene* merupakan bentuk 2D dari karbon

yang membentuk struktur kristal heksagonal seperti sarang lebah.

Graphene memiliki sifat unik dan memiliki banyak keunggulan, diantaranya mobilitas pembawa muatan yang tinggi, mencapai $15000 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ pada suhu 300 K dan $\sim 60000 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ pada suhu 4 K (Novoselov, 2004). Selain itu, konduktivitas optik universal *graphene* pada rentang energi infra merah (*infrared*) sampai cahaya tampak (*visible*) adalah $\sigma_0 = \frac{\pi e^2}{2h}$ (Peres, 2010. Santoso dkk, 2011. Gogoi dkk, 2012). Keunggulan lain dari sifat yang dimiliki *graphene* yaitu konduktivitas listrik yang sangat tinggi ($0,96 \times 10^6 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$), serta memiliki kekuatan tarik 1 (satu) TPA (the Royal Swedish Academy of Sciences, 2010).

Berbagai metode sintesis telah dikembangkan untuk proses sintesis *graphene* diantaranya adalah metode *micromechanical exfoliation (scotch tape)* dan *chemical vapor*

deposition (CVD), Namun, kedua metode tersebut dinilai kurang efisien dan biayanya mahal.

Metode lain yang coba dikembangkan adalah mensintesis *graphene* dengan metode elektrolisis. Elektrolisis pada penelitian ini dikombinasikan dengan medan magnet dari solenoida. Kombinasi solenoida selain untuk membantu meningkatkan suhu larutan pada elektrolisis yaitu memberikan inovasi baru pada sintesis *graphene*. Hasil sintesis yang dilakukan peneliti menggunakan metode elektrolisis ternyata belum dapat menghasilkan *graphene*, melainkan *graphene oxide*. Hal inilah yang mendorong peneliti untuk mensintesis *graphene oxide* dengan metode elektrolisis. Karakterisasi hasil sintesis menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengkaji sifat optik khususnya nilai absorbansi absolut.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Koloid Fisika, Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Fisika, Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta (FMIPA UNY) serta di Laboratorium Teknologi Farmasi Departemen Farmasi UGM pada bulan November 2015 – Mei 2016.

Prosedur Penelitian

Sintesis *graphene oxide* dilakukan menggunakan metode elektrolisis dengan bahan dasar asam

sulfat dan grafit dari bahan pensil. Proses awal elektrolisis diawali dengan membuat larutan H_2SO_4 200 ml dengan konsentrasi 0,5 molaritas, lalu menambahkan KOH 30% sebanyak 11 ml ke dalam larutan tersebut. Selanjutnya, memasukkan elektroda grafit sebagai anoda, platina sebagai katoda, dan solenoida dalam larutan. Solenoida dihubungkan dengan sumber tegangan 10 volt. Elektroda grafit-platina diatur dengan jarak antar elektroda 11 cm yang dihubungkan dengan tegangan 3 volt untuk satu menit pertama, diikuti pemberian tegangan sebesar +12 volt dan -12 volt menggunakan rangkaian polaritas secara berselang seling tiap dua menit selama 30 menit. Larutan hasil elektrolisis kemudian disaring menggunakan teknik filtrasi vakum untuk mendapatkan serbuk *graphite oxide* yang berada di permukaan larutan. Hasil serbuk yang tersaring itu selanjutnya dicuci menggunakan aquades sampai pHnya menjadi netral. Selanjutnya, kertas saring yang telah digunakan untuk menyaring serbuk *graphite oxide* di-*drying* menggunakan microwave. Pemanasan dilakukan dengan suhu $100^\circ C$ selama 4 jam. Serbuk *graphite oxide* yang telah kering masing-masing sebanyak 0,3; 0,6; 0,9 mg dicampurkan dengan 3 ml pelarut DMF (dimethylformamida) dalam tabung reaksi. Selanjutnya, larutan tersebut diultrasonifikasi selama 30 menit menggunakan *bath ultrasonic* untuk mendispersikan larutan serta mendapatkan lembaran *graphene oxide*. Proses selanjutnya yaitu *centrifuge* untuk memisahkan antara larutan dan endapan partikel serbuk yang belum terlarut sempurna serta berukuran cukup besar

dalam larutan hasil ultrasonifikasi. Proses ini dilakukan dengan menggunakan kecepatan putar sebesar 500 rpm selama 10 menit. Supernatan yang dihasilkan diambil menggunakan pipet tetes. Kemudian, hasil inilah yang selanjutnya akan diuji nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Teknik Pengambilan Data

Proses karakterisasi dari sampel *graphene oxide* (GO) dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Proses ini dilakukan untuk mengetahui nilai absorbansi dan panjang gelombang dari sampel *graphene oxide* yang diperoleh.

Teknik Analisis Data

Teknis analisis data dilakukan untuk menghitung nilai absorbansi absolut *graphene oxide* (GO). Untuk menentukan nilai absorbansi absolut GO dilakukan melalui 2 tahap, yaitu:

1. Menentukan nilai koefisien serapan (m)

Untuk menentukan nilai koefisien serapan (m) dapat menggunakan persamaan regresi linear yang dinyatakan dalam persamaan

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Dengan : x_i = nilai konsentrasi larutan, \bar{x} : rata-rata nilai konsentrasi larutan, y_i = nilai absorbansi hasil spektrofotometer UV-Vis, \bar{y} = rata-rata nilai absorbansi hasil spektrofotometer UV-Vis, dan m = koefisien serapan. Setelah diperoleh koefisien serapan, maka selanjutnya menentukan nilai absorbansi absolut.

2. Menentukan nilai absorbansi absolut

Untuk menentukan nilai absorbansi absolut dapat menggunakan persamaan :

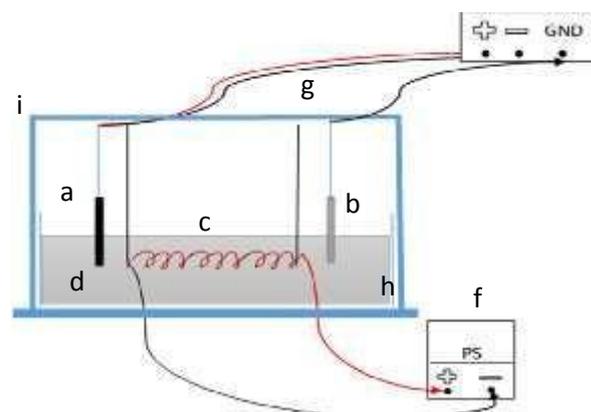
$$A = \frac{m \times d}{2,303}$$

Dimana : A = nilai absorbansi absolut, m = nilai koefisien serapan, dan d = ketebalan kuvet .

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Sintesis *Graphene Oxide*

Sintesis *graphene oxide* pada penelitian ini menggunakan metode *micromechanical exfoliation*. Metode *micromechanical exfoliation* adalah metode sintesis *graphene* melalui proses elektrolisis. Dalam reaksi elektrolisis (Gambar 1) menggunakan elektroda inert, dimana elektroda ini tidak akan mempengaruhi reaksi yang terjadi. Elektroda tersebut yaitu platina (Pt) dan grafit dari batang pensil 2B. Platina sebagai katoda dan grafit sebagai anoda.



Gambar 1. Skema Proses Elektrolisis

Keterangan :

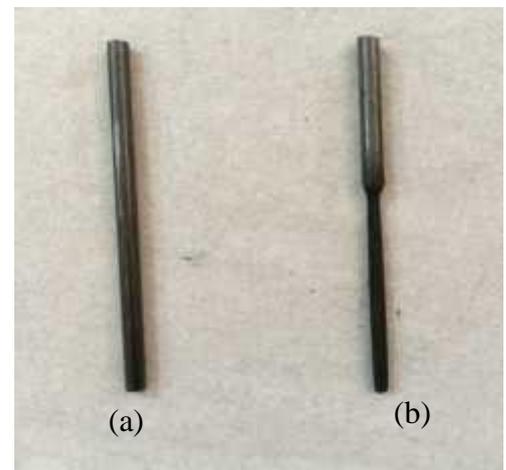
- a) Batang grafit pensil 2B, b) batang platina,
- c) solenoida, d) larutan $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH}$, e)

rangkaian tegangan polaritas (tanda + dan – digunakan secara bergantian), f) power supply, g) kabel-kabel penghubung, h) kotak kaca, dan i) gantungan kayu.

Ketika elektroda grafit diberikan tegangan positif +12V, maka akan terjadi penarikan elektron pada anoda sehingga akan menciptakan muatan positif pada batang grafit. Muatan positif ini akan menyebabkan tertariknya ion SO_4^{2-} oleh anoda untuk masuk dan menyusup diantara lapisan *interlayer* grafit. Akibatnya, lapisan antar penyusun grafit jaraknya menjadi semakin besar dan akan mengakibatkan terjadinya pengelupasan antar lapisan penyusun bahan grafit tersebut. Sebaliknya ketika tegangan negatif -12V dikenakan pada elektroda grafit, maka akan terjadi penarikan ion-ion bermuatan positif (K^+). Bias negatif pada elektroda grafit akan menarik ion-ion positif pada larutan untuk masuk ke dalam lapisan-lapisan pada grafit, maka sekali lagi akan terjadi pelebaran jarak dan pengelupasan lapisan-lapisan grafit (Yudkk., 2015). Pemakaian tegangan positif dalam penelitian ini yaitu untuk melakukan oksidasi pada lapisan *graphene*, sedangkan penggunaan tegangan negatif dalam penelitian ini adalah untuk melakukan reduksi terhadap *functional group* yang terbentuk akibat adanya proses oksidasi (Yudkk., 2015).

Pada saat elektrolisis, adanya kombinasi solenoida $N = 500$ sampai dengan

$N = 1500$ menaikkan suhu larutan elektrolisis dari 35°C menjadi 41°C . Hal ini berpengaruh terhadap energi yang digunakan untuk mengikis anoda grafit. Anoda grafit akan semakin terkikis sebanding dengan energi yang diberikan. Terkikisnya batang grafit setelah melalui proses elektrolisis dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Anoda grafit (a) sebelum elektrolisis (b) sesudah elektrolisis.

Graphene oxide diperoleh melalui proses pendispersian grafit *oxide* pada pelarut DMF menggunakan proses ultrasonifikasi. Ultrasonifikasi dilakukan untuk melemahkan ikatan van der Waals sehingga mengelupas grafit *oxide* menjadi *graphene oxide*. Pengelupasan ini dapat terjadi karena adanya gelombang ultrasonik yang merupakan salah satu dari gelombang mekanik dengan frekuensi lebih dari 20 kHz. Sehingga proses pengelupasan dari grafit *oxide* menjadi *graphene oxide* dilakukan secara mekanik. Proses pengelupasannya diawali dengan adanya gaya geser pada grafit *oxide* akibat interaksi

dengan gelombang ultrasonik dan proses kavitasi yang dialami oleh medium yang berupa air. Proses kavitasi disebabkan karena adanya perbedaan tekanan pada saat proses ultrasonikasi sehingga menyebabkan inisiasi proses pengelupasan grafit *oxide* menjadi *graphene oxide*. Pemberian gelombang ultrasonik memberikan efek yaitu terjadi perubahan warna larutan. Selain itu larutan mengalami kenaikan suhu saat proses ultrasonikasi dari 27°C menjadi 41°C. Kenaikan suhu terjadi karena getaran akibat ultrasonikasi menimbulkan adanya gaya gesek antar partikel-partikel dalam larutan.

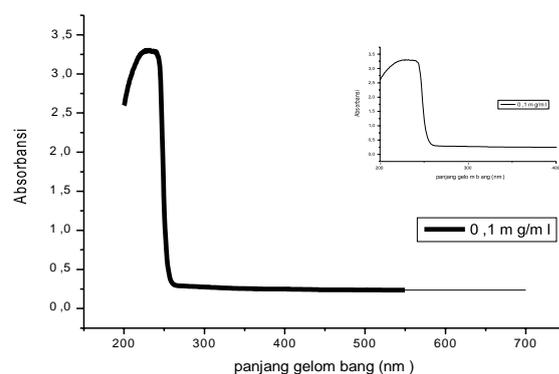
Larutan setelah melalui proses ultrasonifikasi kemudian di-*centrifuge* dengan kecepatan putar 500 rpm. Proses ini bertujuan untuk memisahkan partikel-partikel yang berukuran besar agar diperoleh endapan dan supernatan. Supernatan hasil *centrifugasi* tersebut *dikarakterisasi sentrifugasi* tersebut *dikarakterisasi* menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui absorbansi dan panjang gelombang *graphene oxide* yang berhasil disintesis menggunakan metode elektrolisis.

2. Hasil Uji Spektrofotometer UV-Vis

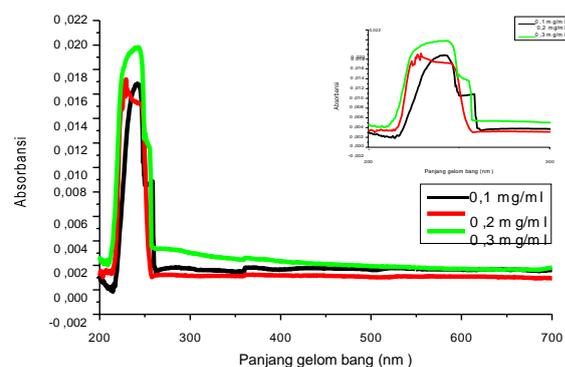
Karakterisasi UV-Vis dilakukan untuk mengetahui nilai absorbansi dan panjang gelombang dari suatu sampel. Dari hasil karakterisasi UV-Vis, dilakukan normalisasi untuk memperoleh nilai absorbansi absolut yang dijadikan sebagai indikator untuk menentukan adanya

graphene oxide pada larutan sampel menggunakan metode elektrolisis.

Grafik pada Gambar 3 merupakan spektrum UV-Vis grafit pensil 2B. Sedangkan Gambar 4 merupakan grafik UV-Vis material *graphene oxide* (GO) menggunakan metode elektrolisis yang telah dinormalisasi dengan jumlah lilitan solenoida 500, 1000, dan 1500.



Gambar 3. Spektrum UV-Vis grafit pensil 2B



Gambar 4. Spektrum UV-Vis GO hasil elektrolisis

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa dari jumlah lilitan 500, 1000, dan 1500 menunjukkan panjang gelombang pada puncak pertama relatif bergeser ke panjang gelombang yang lebih panjang, namun energi yang

digunakan untuk transisi $\pi-\pi^*$ akan semakin kecil. Sedangkan panjang gelombang puncak ke-2 adalah bergeser ke panjang gelombang yang lebih kecil dan energi yang digunakan untuk transisi $n-\pi^*$ akan semakin besar. Hal ini dimungkinkan karena adanya pengaruh solenoida yang terbuat dari logam tembaga. Pengaruh doping substrat tembaga pada *exfoliation graphene* dapat menggeser posisi puncak konduktivitas optik *graphene* ke energi yang lebih tinggi yaitu 4,96 eV, energi tersebut lebih besar dari konduktivitas optik yang dihasilkan oleh *graphene* hasil *exfoliation* yang didoping menggunakan substrat kuarsa yaitu 4,60 eV (Gogoi dkk., 2012). Energi yang dihasilkan dari hasil literature tidak terlampaui jauh dengan energi dari *graphene oxide* hasil peneliti. Energi yang dihasilkan berkisar antara 4,8 eV-5,4 eV.

Graphene oxide standar menunjukkan nilai absorbansi hasil UV-Vis adalah $\sim 0,8$ (Saxena dkk., 2011). Dari perbandingan tersebut dapat kita lihat bahwa *graphene oxide* hasil sintesis menggunakan metode elektrolisis memiliki nilai serapan yang sangat kecil apabila dibandingkan dengan *graphene oxide* yang dijadikan standar. Nilai absorbansi absolut maksimum dari ketiga jumlah lilitan adalah 0,0198 pada $N = 1500$ atau $\sim 2\%$ dari 0,8.

Hasil penelitian yang menunjukkan nilai absorbansi absolut rendah dimungkinkan dapat terjadi karena beberapa faktor. Faktor pertama, elektroda grafit yang digunakan berasal dari batang pensil yang mempunyai campuran bahan lain selain karbon. Selanjutnya, kurang lamanya waktu ultrasonifikasi yang menyebabkan

pengelupasan grafit *oxide* menjadi *graphene oxide* kurang maksimal. Selain itu, kecepatan putar pada saat proses sentrifugasi masih sangat lambat. Hal ini menyebabkan *graphene oxide* hasil elektrolisis belum terlarut sempurna sehingga partikelnya banyak yang mengendap. Kemungkinan, faktor-faktor tersebut yang mengakibatkan kualitas grafit *oxide* dan *graphene oxide* dari hasil elektrolisis menurun.

SIMPULAN

Berdasarkan data penelitian yang diperoleh dan hasil analisis data, maka dari penelitian yang telah dilakukan peneliti dapat disimpulkan bahwa pengaruh solenoida terhadap sintesis *graphene oxide* menggunakan metode elektrolisis adalah menimbulkan panas yang dapat meningkatkan suhu elektrolisis, dimana suhu ini dapat mempercepat terkikisnya lembaran-lembaran *graphene* dari batang grafit. Dari hasil UV-Vis sampel *graphene oxide* yang disintesis menggunakan metode elektrolisis dengan kombinasi medan magnet dari solenoida adalah semakin banyak jumlah lilitan maka nilai absorbansi absolut pada puncak pertama semakin naik. Hal ini menunjukkan bahwa adanya kombinasi medan magnet solenoida selain memberikan pengaruh suhu pada saat elektrolisis, yaitu dapat mempengaruhi nilai absorbansi.

DAFTAR PUSTAKA

Ching-Yuan Su., Ang-Yu Lu., Yanping Xu., Fu-Rong Chen., Andrei N., Khlobystov, and Lain-Jong Li. (2011). High-Quality Thin Graphene Films From Fast

Electrochemical Exfoliation. *Jurnal ACSNANO*. Vol,5 . Hlm 2332-2339.

Novoselov, K.S. (2011). Nobel Lecture: Graphene : Materials in the Flatland. *Rev. Mod. Phys.* 83. 837-838.

Novoselov, K.S., Geim, A.K., Morozov, S.V., Jiang, D., Zhang, Y., Dubonos, S.V., Grigorieva, I.V., Firsov, A.A. (2004). Electric Effect in Atomically Thin Carbon Films. *Science*. 5696. 306. 666-669

Peres, N.M.R. (2010). The Transport Properties of Graphene: An Introduction, *Rev. Mod.Phys.* 82. 2673.

Santoso, I., Gogoi, P. K., Su, H. B., Huang, H., Lu, Y., Qi, D., Chen, W., Majidi, M. A., Feng, Y. P., Wee, A.T.S., Loh, K. P., Venkatesan, T., Saichu, R. P., Goos, A., Kotlov, A. Reubhausen, M. Rusydi, A. (2011). *Obseration of room-temperature high-energy resonantexcitonic effects in graphene*. *PhysicsReview B*.84.081403R.

Saxena, S., Tyson, T.A., Shukla, S., Negusse, E., Chen, H., Bai, J. (2011). *Investigation of structural and electronic properties of graphene oxide*. *Applied physics letters* 99, 013104.

Shahriary, L, Athawale, A.A. (2014). *Graphene oxide synthesized by using modified hummers approach*. *International Journal of Renewable Energy and Environmental Engineering*. ISSN 2348-0157, Vol. 02, No. 01. India.

The Royal Swedish Academy of Sciences. (2010). *Graphene*. Sweden: KunglVetenskaps Akademien.

Truong, Q.T & Lee, D.S. (2010). Graphene: From fundamental to future applications. *Powerpoint*. South Korea: Chonbuk National University.

Vita Efelina. (2015). *Kajian Pengaruh Konsentrasi Urea Dalam Sifat Optik Nanofiber Graphene Oxide/PVA (Polyvinyl Alcohol) Yang Difabrikasi Menggunakan Teknik Electrospinning*. *Tesis*. Yogyakarta. FMIPA UGM.

Yu, P., Sean, E., Lowe, Simon, G.P., Zhong, Y.L., (2015). Electrochemical Exfoliation of Graphite and Production of Functional Graphene. Department of Materials Science and Engineering, Monash University. *Current in Colloid & Interface Science* 20 (2015) 329-338.