

**PREPARASI DAN SINTESIS GRAPHENE OXIDE (GO) YANG BERASAL DARI LIMBAH KERTAS BERDASARKAN LIQUID MECHANICAL EXFOLIATION (CLME) LUCUTAN LISTRIK DENGAN VARIASI TEGANGAN.**

**PREPARATION AND SYNTHESIS OF GRAPHENE OXIDE (GO) WHICH COMES FROM WASTE PAPER BASED ON LIQUID ELECTRICAL MECHANICAL EXFOLIATION (CLME) WITH VOLTAGE VARIATION**

Oleh:

Coyo Wahyudi, W. S. Brams Dwandaru  
coyo.wahyudi@gmail.com, wipsarian@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk 1) Mensintesis material *graphene oxide*(GO) dengan metode *charging liquid mechanical exfoliation*(CLME)menggunakan limbah kertas bekas sebagai sumber penghasil GO, 2) Mengetahui pengaruh pemberian variasi tegangan dengan metode CLME terhadap hasil absorbansi material GO pada hasil karakterisasi *spektrofotometer* UV-Vis, 3) Mengetahui pengaruh pemberian tegangan pada metode CLME terhadap morfologi permukaan dari hasil karakterisasi *scanning electron microscopy*(SEM).Penelitian ini dimulai dengan menghaluskan kertas 25 gram dengan air 500 ml menggunakan blender. Hasil sintesis tersebut kemudian di *charging* dengan variasi tegangan 0 volt, 25 volt, 30 volt, dan 35 volt dengan waktu *charging* 2 jam.Kemudian di lakukan karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan SEM.Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode CLMEtelah berhasil mensintesis GOberbahan dasar limbah kertas yang ditunjukkan dengan nilai absorbansi pada panjang gelombang 230 nm sampai 310 nm dan penurunan absorbansi yang menunjukkan semakin besar tegangan yang diberikan semakin banyak pula pengelupasan dari material *graphene*.Hasil karakterisasi SEM adanya perbedaan antara tanpa *charging* dengan *charging*.Sebelum proses *charging* nampak material yang berbentuk lonjong dengan ukuran 5.81  $\mu\text{m}$  sampai 8.37  $\mu\text{m}$ , ranting dengan ukuran 9.18  $\mu\text{m}$  dan bongkahan dengan ukuran 2.29  $\mu\text{m}$  sampai 3.64  $\mu\text{m}$ . Setelah melakukan proses *charging* bentuk morfologi permukaan yang merupakan material GO berbentuk *flaks* atau serpihan yang bertumpuk-tumpuk dengan ukuran 1.3 mikrometer sampai 3.1 mikrometer.

Kata kunci: *Graphene oxide, charging liquid mechanical exfoliation, UV-Vis spektrofotometer*

Abstract

*This research aims to 1) synthesize graphene oxide (GO) material with charging liquid mechanical exfoliation (CLME) method Using paper waste As the source of the producer graphene oxide, 2)understand the effect of voltage variation with CLME method for absorbance results GO material of the results of the characterization UV-Vis, 3) understand the effect of voltage variation with CLME method To the surface morphology of scanning electron microscopy characterization results.The study began with refine Paper 25 grams into 500 ml water using. Synthesis results then in charging with variations of voltage 0 volts, 25 volts, 30 volts, and 35 volts with a charging time of 2 hours. Then Characterization using UV-Vis and SEM spectrophotometer.Research result that using CLME method successfully synthesize GO based waste paper be observed by absorbance value at wavelength 230 nm to 310 nmshows the greater of voltage more and more exfoliation of graphene material. SEM characterization results the difference between no charging with charging.Prior to the charging process the material looks oblong with a size of 5.81  $\mu\text{m}$  to 8.37  $\mu\text{m}$ , twigs with a size of 9.18  $\mu\text{m}$  and chunks with the size of 2.29  $\mu\text{m}$  to 3.64  $\mu\text{m}$ .After the process of charging the form of surface morphology which is a flaks shaped GO material or debris that stacked with a size of 1.3 micrometers up to 3.1 micrometers.*

**Keywords:** *Graphene oxide, charging liquid mechanical exfoliation, UV-Vis spectrophotometer.*

## PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman dan teknologi, serta diiringi dengan perkembangan intelektual manusia yang mendorong manusia untuk terus menuntut pendidikan formal, maka kebutuhan akan kertas pun akan semakin meningkat. Lingkungan sekolah merupakan salah satu contoh kecil dimana manusia menggunakan kertas karena masih banyak lagi masyarakat dari berbagai golongan yang menggunakan kertas sebagai kebutuhan antara lain: perkantoran, percetakan dan lain sebagainya. Oleh karena itu, kebutuhan akan kertas semakin meningkat dan mengakibatkan meningkatnya limbah kertas. Pertumbuhan sampah di Kota Yogyakarta berdasarkan data tercatat  $531 \text{ m}^3$  per hari pada tahun 2001, kemudian meningkat menjadi  $1.571 \text{ m}^3$  per hari pada tahun 2007. Atau dengan kata lain jumlah sampah di Kota Yogyakarta meningkat rata-rata 11.53% per tahun (DLH Kota Yogyakarta, 2008). Untuk itu, dibutuhkan adanya penelitian tentang pemanfaatan limbah kertas tersebut. Dalam penelitian ini, peneliti akan mencoba memanfaatkan limbah kertas untuk dapat dimanfaatkan kembali.

Perkembangan dunia teknologi saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Berbagai riset dan penelitian pun dilakukan demi menemukan material-material baru yang memiliki kualitas tinggi. Penelitian yang banyak dikembangkan saat ini yaitu

nanomaterial. Nanomaterial merupakan ilmu dan rekayasa dalam menciptakan material, struktur fungsional, maupun piranti dalam skala nanometer. Suatu bahan tergolong nano jika memiliki ukuran 1-100 nm.

Pada tahun 2010, dua orang ilmuwan dari *University of Manchester*, Inggris, bernama Andre Gaim dan Konstantin Novoselov mendapatkan penghargaan Nobel dunia dalam bidang Fisika karena mampu menghasilkan material dua dimensi dari atom karbon yang dinamakan *graphene* dengan menggunakan teknik *scotch tape*. *Graphene* merupakan material yang disusun oleh atom karbon yang membentuk struktur kisi atom segi enam seperti sarang lebah (Efelina, 2015:15). Material *Graphene* ini yang selanjutnya banyak dikembangkan oleh ilmuwan-ilmuwan di seluruh dunia karena ia memiliki berbagai manfaat. Salah satu pengaplikasian yang mungkin pada material ini adalah dalam bidang *biological engineering*, yaitu untuk proses ultrafiltrasi, dan bisa juga dimanfaatkan sebagai material penyimpan energi (Huss, 2010). Selain itu, material *graphene* juga bisa dimanfaatkan sebagai bio sensor pembawa obat dalam tubuh.

Selain pemanfaatan dari material ini yang cukup banyak, metode yang dapat menghasilkan material GO ini pun cukup banyak. Dalam penelitian ini, peneliti memilih menggunakan metode *charging liquid mechanical exfoliation* (CLME). Dinamakan metode CLME karena sampel yang bersumber dari limbah kertas dibuat berada pada fase cair dan dihaluskan secara mekanik menggunakan blender. Sampel kemudian di *charging* menggunakan plat aluminium dengan variasi tegangan. Sampel yang sudah dibuat kemudian akan di karakterisasi dan diuji yang diantaranya menggunakan UV-Vis spektrofotometer untuk mengetahui karakter absorbansi GO yang bersumber dari limbah kertas, serta karakterisasi Dino-Lite dan SEM.

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada September 2016 sampai April 2017 di Laboratorium Getaran Gelombang Fisika FMIPA UNY, Laboratorium Koloid Fisika UNY, Laboratorium Kimia FMIPA UNY, dan LPPT UGM Yogyakarta.

### **Langkah Penelitian**

penelitian ini melalui 2 tahap, yaitu tahap preparasi dan tahap karakterisasi. Tahap preparasi merupakan tahap pembuatan sampel yang berasal dari limbah kertas yang telah direndam dalam air 500 ml dan dihaluskan

menggunakan blender dan disaring untuk diambil cairannya yang kemudian dilakukan proses *charging* pada bahan selama 2 jam. Parameter yang divariasi adalah besar tegangan pada proses *charging* sebanyak 3 kali, yaitu 0 volt, 25 volt, 30 volt, dan 35 volt. Tahap karakterisasi dilakukan untuk mengetahui nilai absorbansi menggunakan UV-Vis, morfologi permukaan menggunakan SEM.

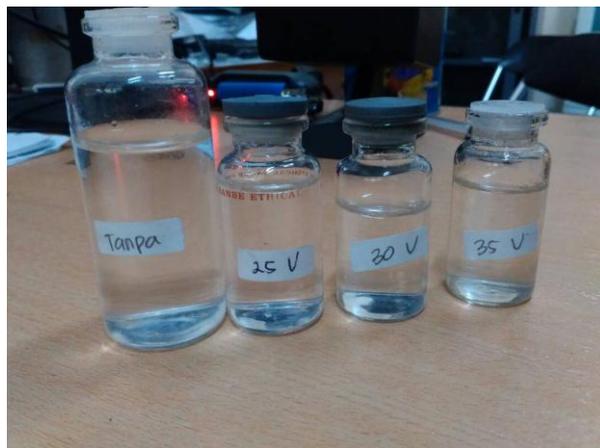
### **Teknik Analisis Data**

Hasil UV-Vis berupa grafik yang memuat nilai absorbansi. Lalu dilakukan perbandingan data antara sebelum proses *charging* dengan setelah proses *charging*. Hasil SEM berupa foto yang memuat informasi bentuk dan ukuran permukaan pada bahan dengan skala mikro.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Sintesis Graphene Oxide dengan Metode CLME**

Pada penelitian ini menghasilkan 4 sampel yaitu 0 volt, 25 volt, 30 volt dan 35 volt.

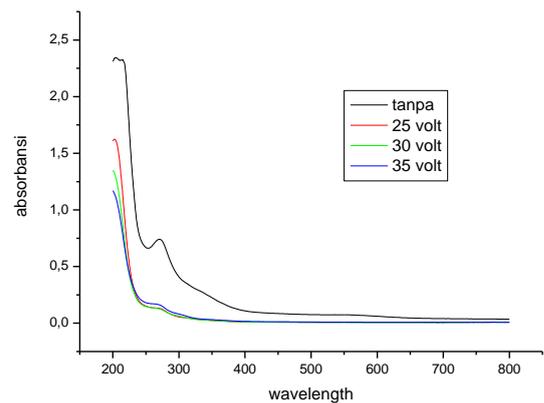


**Gambar 1.** Hasil sintesis GO.

Dari Gambar 1, dapat dilihat bahwa GO disintesis dengan metode *Charging Liquid Mechanical Exfoliation* (CLME) yang kemudian diberikan tegangan 25 volt, 30 volt dan 35 volt dengan waktu pemberian tegangan konstan. Gambar 9 dapat diamati bahwa semakin besar tegangan yang diberikan, maka cairan semakin bertambah bening. Hal tersebut dapat menjadi salah satu indikasi berubahnya ukuran partikel *graphene* walaupun belum dibuktikan secara kuantitatif.

### Hasil Karakterisasi Spektrofotometer Uv-Vis

Nilai absorbansi dari material GO yang didapat ini diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 200-800 nm.

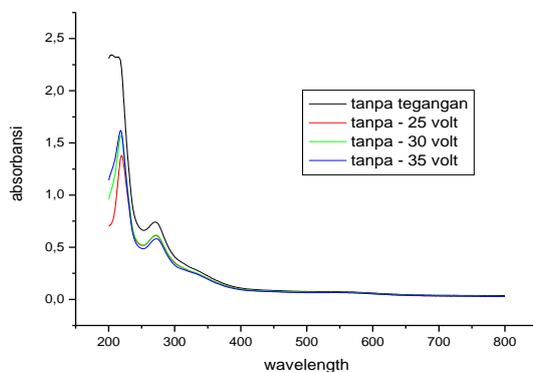


**Gambar 2.** Kurva absorbansi GO dengan variasi tegangan.

Panjang gelombang yang teramati pada saat sebelum *charging* adalah 273.5 nm dengan absorbansi 0.733. Panjang gelombang tersebut akan semakin turun setelah dilakukan proses *charging* dan berada pada *range* 230 nm sampai 310 nm yang merupakan karakteristik GO atau *graphene multilayer*. Panjang gelombang teramati 272.0 nm dengan absorbansi 0.128 pada *charging* 25 volt, pada tegangan 30 volt teramati pada panjang gelombang 271.5 nm dengan absorbansi 0.124, sedangkan pada tegangan 35 volt teramati pada gelombang 269.0 nm dengan absorbansi 0.081. Penurunan panjang gelombang dan absorbansi tersebut dikarenakan pengelupasan material *graphene* yang semakin banyak seiring dengan bertambahnya tegangan pada proses *charging*. Penjelasan alternatif tentang penurunan nilai absorbansi adalah semakin berkurangnya kuantitas GO akibat adanya efek

elektrolisis, karena muatan pada GO akan mengakibatkan material GO akan menempel pada salah satu lempeng tembaga. Hal ini dapat dilihat dari adanya lapisan tipis yang menempel pada lempeng tembaga tersebut.

Untuk melihat efek dari pemberian tegangan pada bahan, data akan dikoreksi dengan cara pengurangan data antara tanpa *charging* dengan proses *charging*. Maka akan diperoleh data seperti pada gambar 3 berikut :



**Gambar 3.** kurva absorbansi terkoreksi

Perbedaan yang terlihat yaitu puncak absorbansi yang lebih kelihatan jelas dan puncak panjang gelombangnya lebih cenderung berbentuk lancip dibandingkan dengan sebelum proses pengurangan yang memiliki puncak panjang gelombang yang cenderung melebar. Selain itu, terdapat dua puncak yang teramati pada grafik yang merupakan salah satu ciri khas dari material *graphene oxide* memiliki 2 titik puncak. Pada tegangan 25 volt puncak teramati pada panjang gelombang 223.5 nm dan 273.0 nm, pada tegangan 30 volt teramati 221.0 nm dan

273.0 nm, sedangkan pada tegangan 35 volt teramati 219.5 nm dan 274.0 nm.

Absorbansi sinar UV dan sinar tampak dalam uji spektrofotometer UV-Vis ini pada umumnya dihasilkan oleh eksitasi elektron–elektron ikatan, akibatnya panjang gelombang pita yang mengabsorbansi dapat dihubungkan dengan ikatan yang mungkin ada dalam molekul yang diuji tersebut (Gandjar dan Rohman, 2012: 228-229).

Hasil karakterisasi spektrofotometer dengan variasi *charging* 25 volt, 30 volt, 35 volt dan tanpa *charging* dengan massa kertas dan lama waktu *charging*

Tegangan (volt)	Puncak	Panjang gelombang (nm)	Absorbansi
Tanpa (0)	1	207.5	2.333
	2	273.5	0.733
25	1	204.5	1.612
	2	272.0	0.128
30	1	271.5	0.124
35	1	269.0	0.081

samadapat dilihat pada tabel 1 berikut:

**Tabel 1.** Hasil karkterisasi UV-Vis dengan variasi *charging*.

Dari Tabel 1, dapat dilihat bahwa puncak absorbansi semakin turun seiring dengan bertambahnya besar tegangan pada proses

*charging*. Artinya, semakin tinggi tegangan yang diberikan, semakin banyak pula material *graphene* yang terkelupas. Hal tersebut dapat ditunjukkan pada proses sintesis *graphene oxide* yang menunjukkan semakin berwarna bening pada cairan hasil sintesis.

Setelah dilakukan koreksi data yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh *charging* pada bahan, dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tegangan (volt)	puncak	Panjang gelombang (nm)	Absorbansi
Tanpa (0)	1	206.5	2.338
	2	273.0	0.735
25	1	223.5	1.373
	2	273.0	0.614
30	1	221.0	1.533
	2	273.0	0.580
35	1	219.5	1.600
	2	274.0	0.578

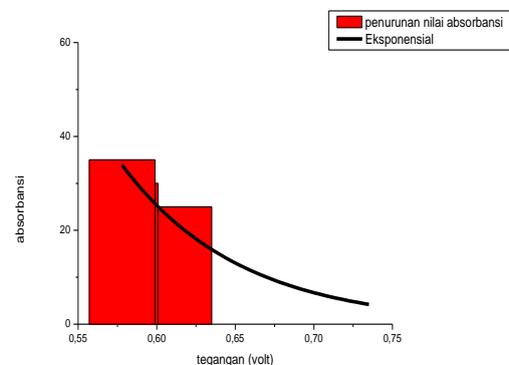
**Tabel 2.** Karakterisasi dengan variasi tegangan terkoreksi.

Tabel 2 menunjukkan hasil karakterisasi spektrofotometer UV-Vis dengan variasi tegangan. Dari tabel dapat dilihat semua memiliki 2 titik puncak. Hal ini merupakan salah satu ciri khas dari material GO yang memiliki 2 titik puncak. Puncak-puncak tersebut berada pada titik 206.5 nm dan 273.0

nm pada variasi tanpa *charging*. Pada variasi 25 volt berada pada titik 223.5 nm dan 273.0 nm, variasi 30 volt berada pada titik 221.0 nm dan 273.0 nm, variasi 35 volt berada pada titik 219.5 nm dan 274.0 nm. Puncak yang teramati pada gelombang 230 nm sampai 310 nm yang merupakan karakterisasi GO atau *graphene multilayer* (Efeline, 2015).

Puncak-puncak pada panjang gelombang 223.5 dan 221.0, menunjukkan terjadinya transisi elektronik  $\pi - \pi^*$  yang merupakan karakter transisi elektronik dari GO. Sedangkan, puncak di sekitar 273 nm menunjukkan transisi elektronik  $n - \pi^*$  yang menunjukkan adanya material GO yang tereduksi atau rGO (Saxena dkk., 2011)

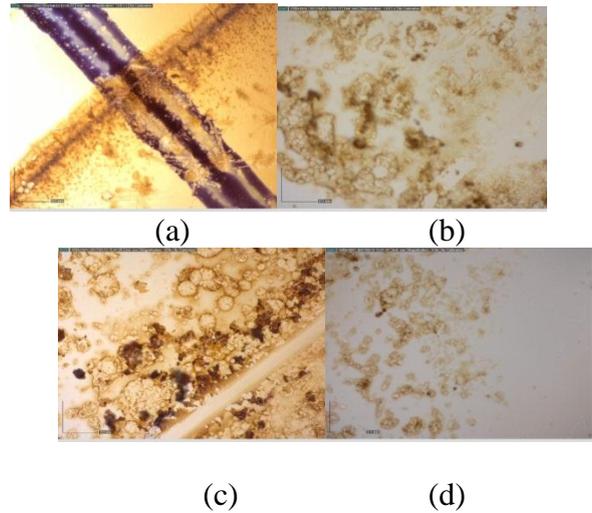
Grafik penurunan nilai absorbansi setelah dilakukan proses pengurangan antara tanpa *charging* dengan proses *charging* dengan variasi tegangan dapat dilihat pada gambar 4 berikut:



**Gambar 4.** kurva nilai absorbansi terkoreksi.

Dari Gambar 4, dapat dilihat bahwa nilai absorbansi semakin berkurang dengan bertambahnya tegangan yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar tegangan yang diberikan maka pengelupasan material *graphene* semakin banyak terjadi. Artinya lembaran-lembaran *graphene* penyusun *graphite* semakin banyak terkelupas atau berkurangnya nilai absorbansinya adalah akibat efek elektrolisis, karena muatan pada GO mengakibatkan material GO akan menempel pada salah satu plat tembaga. Hal tersebut dapat dilihat dari adanya lapisan tipis yang menempel pada lempeng tembaga tersebut. Besar kemungkinan jika tegangan yang diberikan semakin tinggi, maka lembaran-lembaran *graphene* akan semakin banyak terkelupas hingga akhirnya dapat didapatkan *graphene singlelayer*.

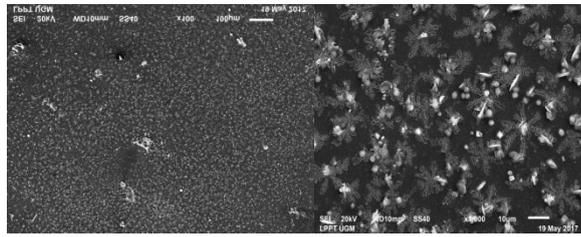
### Hasil Karakterisasi Dino-Lite



**Gambar 5.** Karakterisasi Dino-Lite (a) tanpa tegangan (b) 25 volt (c) 30 volt (d) 35 volt.

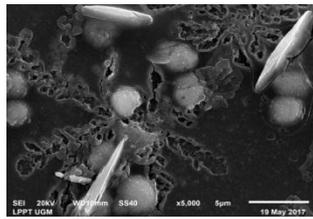
Gambar 15, menunjukkan karakterisasi Dino-Lite dalam skala milimeter dengan perbesaran 518 x. Perbedaan pada gambar 15 muncul bentuk menyerupai gelembung – gelembung setelah dilakukan proses *charging*. Sebelum dilakukan proses *charging*, bentuk permukaan tidak terlihat bentuk-bentuk gelembung. Gelembung-gelembung tersebut semakin jelas terlihat pada variasi 30 volt. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh variasi tegangan terhadap bahan. Karakterisasi ini juga menjadi salah satu pedoman peneliti untuk memilih sampel mana yang akan dilakukan karakterisasi SEM.

## Hasil Karakterisasi SEM

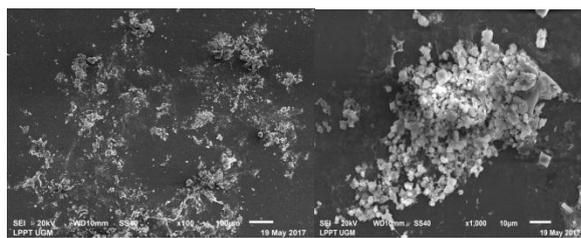


(a)

(b)

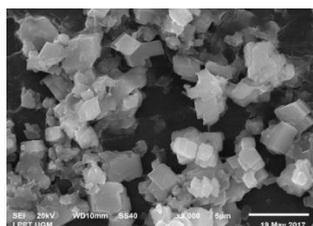


(c)



(d)

(e)



(f)

**Gambar 6.** Hasil karakterisasi SEM (a) tanpa tegangan x1000 (b) tanpa tegangan x5000 (c) 30 volt x1000 (d) 30 volt x 5000.

Gambar 6, merupakan bentuk morfologi hasil karakterisasi SEM dengan variasi sampel tanpa tegangan dan tegangan 30

volt. Pada gambar (a) merupakan sampel dengan variasi tanpa tegangan dengan perbesaran 100x, terlihat seperti titik-titik putih. Pada gambar (b) merupakan sampel dengan variasi tanpa tegangan dengan perbesaran 1000x terlihat seperti titik putih yang memiliki beberapa cabang ranting yang terhubung dengan titik putih tersebut. Pada gambar (c) dengan perbesaran 5000x akan terlihat lebih jelas titik dan ranting yang saling terhubung. Bisa jadi pula, material yang berbentuk ranting merupakan material karbon yang dihasilkan dari kertas yang telah di treatment. Gambar (d) merupakan sampel dengan variasi 30 volt dengan perbesaran 100x, hanya terlihat seperti bongkahan-bongkahan yang menyatu. Gambar (e) merupakan sampel dengan variasi 30 volt dengan perbesaran 1000x terlihat seperti tumpukan titik putih yang menyebar, terlihat ranting yang nampak pada gambar (b) dan (c) menghilang dan hanya menyisakan titik – titik putih yang berbentuk persegi, hal ini menunjukkan adanya pengaruh dalam pemberian tegangan. Gambar (f) dengan perbesaran 5000x terlihat lebih jelas bentuk titik putih yang berbentuk persegi dan berlapis – lapis.

Gambar 6, merupakan GO yang berbentuk *flakes* atau serpihan yang bertumpuk-tumpuk dengan ukuran dalam

skala micrometer. Sebelum proses *charging* terdapat tiga bentuk dengan ukuran berkisar 1.3  $\mu\text{m}$  sampai 3.1  $\mu\text{m}$ .

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Telah berhasil disintesis material GO dengan menggunakan metode CLME dengan limbah kertas sebagai sumber karbon dengan variasi tegangan yang menunjukkan semakin tinggi tegangan yang diberikan semakin nampak bening.
2. Karakterisasi spektrofotometer UV-Vis menghasilkan 2 titik puncak khas pada panjang gelombang 273.0 nm. Semakin besar tegangan yang diberikan, maka semakin berkurang pula nilai absorbansinya. Hal ini, dapat dilihat pada tegangan 0 volt panjang gelombang teramati 273.0 nm dengan absorbansi 0.735 pada tegangan 25 volt teramati 273.0 nm dengan absorbansi 0.614 pada tegangan 30 volt teramati 273.0 nm dengan absorbansi 0.580 dan pada tegangan 35 volt teramati 274.0 nm dengan absorbansi 0.578. Puncak panjang gelombang tersebut teramati pada *range* 230 nm sampai 310 nm yang merupakan karakterisasi GO atau *graphene multilayer*.
3. Hasil karakterisasi SEM menunjukkan perbedaan bentuk morfologi permukaan padabahan. Sebelum proses *charging* nampak material yang berbentuk lonjong

dengan ukuran 5.81  $\mu\text{m}$  sampai 8.37  $\mu\text{m}$ , ranting dengan ukuran 9.18  $\mu\text{m}$  dan bongkahan dengan ukuran 2.29  $\mu\text{m}$  sampai 3.64  $\mu\text{m}$ . Pengaruh pemberian tegangan terlihat pada ketiga material yang muncul pada tegangan 0 volt akan menghilang setelah proses *charging*, dan berubah menjadi *fleks* atau serpihan yang bertumpuk-tumpuk dengan ukuran kisaran 1.3  $\mu\text{m}$  sampai 3.1  $\mu\text{m}$ .

### Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan karakterisasi EDAX untuk mengetahui kandungan material yang terdapat pada bahan. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut tentang sintesis material *graphene oxide* menjadi *graphene* dengan menggunakan metode – metode lainnya.

### Daftar pustaka

- Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta, 2008, *Profil Bidang Kebersihan*, Yogyakarta.
- Efelina, V. (2015). Pengaruh Konsentrasi Urea dalam Sifat Optik Nanofiber Graphene Oxide/PVA (polyvinyl Alcohol) yang difabrikasi Menggunakan Teknik Electrospinning. *Tesis*. Yogyakarta : FMIPA UGM
- Gandjar, I.B. & Rohman, A. (2012). *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta :

Pustaka Pelajar

Huss, E. & All, F.(2010).Graphene. The Royal Swedish Academy of Science

Saxena, S., Tyson, T.A., Shukla, S., Neguse, E., Chen, H., bai, J. (2010).*Investigation of Structural and Elektronik Properties fo Graphene Oxide.Applied Physic Letters 99, 013104*

Mengetahui,

Penguji Utama,



Nur Kadartsman . M. Si  
NIP. 196402051991011001

Yogyakarta, 27 Juli 2017  
pembimbing,



W.S. Brams Dwandaru, Ph. D  
NIP. 198001292001011003