

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

SKRIPSI

**Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Yogyakarta untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar
Sanjana Sains**

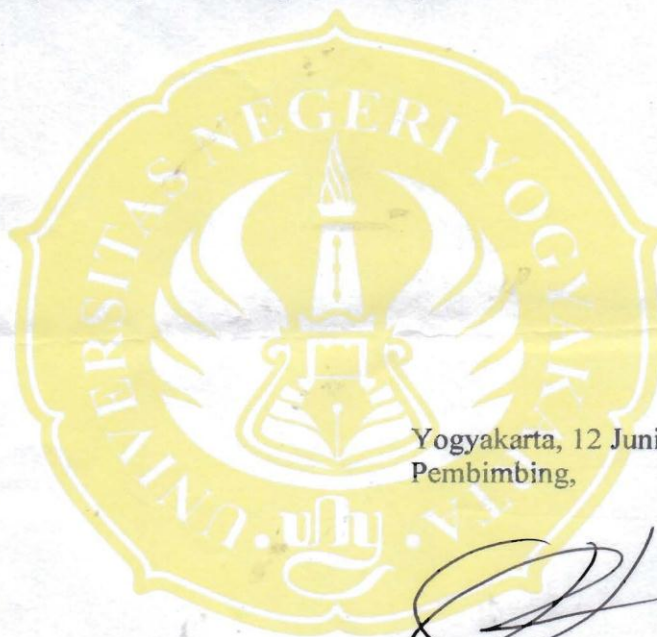


**Disusun oleh
COYO WAHYUDI
12306141016**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2017**

PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul “**Preparasi Dan Sintesis *Graphene Oxide* yang Berasal dari Limbah Kertas Berdasarkan *Liquid Mechanical Exfoliation* Lucutan Listrik dengan Variasi Tegangan**” yang disusun oleh Coyo Wahyudi, NIM. 12306141016 ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.






Yogyakarta, 12 Juni 2017
Pembimbing,

Wipsar Sunu Brams Dwandaru, Ph.D
NIP. 19800129 200501 1 003

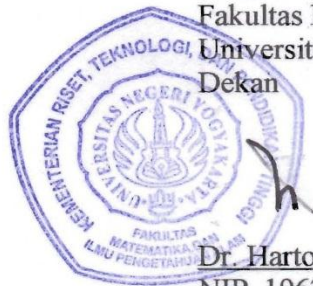
PENGESAHAN

Sekripsi yang berjudul "Preparasi dan Sintesis *Graphene Oxide* (GO) yang Berasal dari Limbah Kertas Berdasarkan *Liquid Mechanical Exfoliation* Lucutan Listrik dengan Variasi Tegangan" yang disusun oleh Coyo Wahyudi NIM. 12306141016 ini telah dipertahankan di depan Dewan penguji pada tanggal 22 Juni 2017 dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
1	<u>W. S. Brams Dwandaru, Ph. D</u> NIP. 198001292001011003	Ketua Penguji		07-07-17
2	<u>R. Yosi Aprian S, M.Si</u> NIP. 197304072006041001	Sekretaris Penguji		07-07-17
3	<u>Nur Kadarisman, M. Si</u> NIP. 196402051991011001	Penguji Utama		07-07-17

Yogyakarta, 17 Juli 2017
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan



Dr. Hartono
NIP. 19620329 198702 1 002

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Coyo Wahyudi
NIM : 12306141016
Progam Studi : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Preparasi dan Sintesis *Graphene Oxide* yang Berasal dari Limbah Kertas Berdasarkan *Liquid Mechanical Exfoliation* Lucutan Listrik dengan Variasi Tegangan

menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata panulisan karya ilmiah yang telah lazim. Apabila terbukti pernyataan saya tidak benar, sepenuhnya merupakan tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 12 Juni 2017
Yang Menyatakan,

Coyo Wahyudi
NIM. 12306141016

MOTTO

Janga pernah kecewa dan gampang menyerah apabila kenyataan tidak sesuai dengan apa yang kamu harapkan, percayalah Allah pasti menyiapkan yang lebih baik dari itu.

(penulis)

Belajar sabar dalam kekurangan, sebelum bersyukur dalam kelebihan

(penulis)

Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum, sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri"

(Q.S Ar Ra'd : 11)

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada:

- 1. Kedua orang tuaku yang tercinta, bapak sulkan dan ibu siti nadiroh yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan dukungan untuk kesuksesanku, terima kasih.*
- 2. Kakakku zainal arifin, mukholiyah dan keponakan kecilku aida yang selalu memberikan semangat, bimbingan serta kerja keras dalam mengiringi perjalanan sampai sekarang ini, terima kasih.*

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

Oleh:
Coyo Wahyudi
12306141016

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 yang telah ditimbang sebanyak 25 gram ke dalam air 500 ml menggunakan blender. Hasil dari proses penghalusan kemudian diendapkan selama satu malam untuk mendapatkan cairan yang bening. Hasil sintesis tersebut kemudian di *charging* dengan variasi tegangan 0 volt, 25 volt, 30 volt, dan 35 volt dengan waktu *charging* 2 jam. sampel hasil proses *charging* didiamkan selama satu malam 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. Selain itu, nilai absorbansi yang semakin turun menunjukkan semakin besar tegangan yang diberikan semakin banyak pula pengelupasan dari material *graphene*.Hasil karakterisasi SEM adanya perbedaan antara tanpa *charging* dengan *charging*.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

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

By:
Coyo Wahyudi

12306141016

ABSTRACT

This research aims to 1) synthesize graphene oxide (GO) material with charging liquid mechanical exfoliation (CLME) method Using paper wasteAs 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 morphologyof scanning electron microscopy characterization results.

The study began with refine Paper that has been weighed25 grams into 500 ml water using blender. The result of the smoothing process then deposited for one night to obtain clear fluid. Synthesis results then then in charging with variations of voltage 0 volts, 25 volts, 30 volts, and 35 volts with a charging time of 2 hours.The sample of the deposited process was silenced for one night 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 nm. Other that, absorbance value DecreasedShows the greater of voltagemore and moreexfoliation of graphene material. SEM characterization results the difference between no charging with charging.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.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat-Nya. Shalawat dan salam tak akan pernah terhenti kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, beserta keluarga dan para sahabatnya sehingga tugas akhir skripsi yang berjudul **“Preparasi dan Sintesis *Graphene Oxide* yang Berasal Dari Limbah Kertas Berdasarkan *Liquid Mechanical Exfoliation* Lucutan Listrik dengan Variasi Tegangan”** dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak dapat terlaksana dengan baik tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Hartono, selaku Dekan FMIPA UNY atas pemberian fasilitas dan bantuannya untuk memperlancar administrasi tugas akhir.
2. Yusman Wiyatmo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY yang telah memberikan izin dalam pelaksanaan penelitian skripsi.
3. Nur Kadarisman, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika FMIPA UNY, yang telah memberikan izin dalam pelaksanaan skripsi ini.

4. Wipzar Sunu Brams Dwandaru, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan motivasi. Terimakasih untuk waktu dan kesabarannya membimbing kami sehingga terselesaikannya skripsi ini .
5. Denny Darmawan, S.Si.,M.Sc., selaku Penasehat Akademik yang selalu memberikan arahan.
6. Semua Dosen Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY yang telah memberikan pengajaran dan ilmu yang bermanfaat.
7. Haris Murtanto, selaku petugas laboratorium Fisika Koloid Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY yang bersedia menyediakan tempat dan alat untuk melaksanakan penelitian.
8. Teman-teman fisikan B 2012 YORADAB, yang selalu memberikan dukungan semangat, terimakasih untuk kebersamaannya selama ini.
9. konco-konco seperjuangan, konco dolan, konco begadang, knco galau, Fhirman, kukuh, sudrajad.
10. Para penghuni timohouse As Mu'i, Umam, Sholikin, Arwani, Wahyudi, Nugroho, yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepadaku. Dan semua pihak yang mendukungku yang tdak bisa saya sebut satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan naskah skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat berharap saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak untuk penyempurnaan lebih lanjut. Semoga naskah

skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis, dan berguna bagi pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 12 Juni 2017
penulis,

Coyo Wahyudi

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah.....	5

D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	7
BAB II. KAJIAN PUSTAKA.....	9
A. Nanoteknologi	9
B. Kertas	10
C. Materi <i>Graphene</i>	12
D. Sintesis Material <i>Graphene</i>	16
E. <i>Charging Liquid Mechanical Exfoliation</i>	17
F. Spektrofotometer UV-Vis	19
G. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	23
H. Kerangka Berfikir.....	26
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	27
A. Waktu dan Tempat Penelitian	27
1. Waktu Penelitian	27
2. Tempat Penelitian.....	27
B. Variabel Penelitian	28
1. Variabel Bebas	28
2. Variabel Terikat	28
3. Variabel Kontrol.....	28
C. Jenis Penelitian.....	28
D. Alat dan Bahan.....	29

1. Alat-Alat Penelitian.....	29
2. Bahan-Bahan Penelitian	30
E. Langkah Kerja.....	30
1. Proses Pembuatan Sumber Tegangan	30
2. Proses Pembuatan Sumber Karbon	31
3. Proses Sintesis GO dengan Metode CLME	31
4. Pengujian Spektrofotometer UV-Vis	32
5. Pembuatan Sempel untuk Karakterisasi Dino-Lite	33
6. Pembuatan Sempel untuk Karakterisasi SEM.....	34
F. Diagram Alir Penelitian	35
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
A. Hasil Sintesis GO Metode CLME.....	36
B. Hasil Karakterisasi Spektrofotometer UV-Vis	37
C. Hasil Karakterisasi Dino-Lite	45
D. Hasil Karakterisasi SEM.....	47
BAB V. PENUTUP DAN SARAN	50
A. Kesimpulan	50
B. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Limbah sampah kertas.....	1
Gambar 2. Struktur <i>graphene</i>	12
Gambar 3. Instrumen spektrofotometer UV-Vis	20
Gambar 4. Proses penyerapan cahaya oleh zat dalam sel sempel.	21
Gambar 5. Spektrum absorbansi UV-Vis dengan metode LE	22
Gambar 6. Spektrum absorbansi UV-Vis dengan metode LE dan elektrolisis	23
Gambar 7. Skema susunan SEM.....	25
Gambar 8. Rangkaian converter tegangan DC ke AC	30
Gambar 9. Proses <i>charging</i> material GO	32
Gambar 10. Sampel hasil oven untuk karakterisasi Dino-Lite	33
Gambar 11. Hasil sintesis GO.....	37
Gambar 12. Kurva absorbansi GO dengan variasi tegangan	38
Gambar 13. Kurva absorbansi terkoreksi.....	40
Gambar 14. Kurva nilai absorbansi terkoreksi.....	44
Gambar 15. Karakterisasi Dino-Lite	46
Gambar 16. Hasil karakterisasi SEM.....	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil karakterisasi UV-Vis dengan variasi <i>charging</i>	41
Tabel 2. Karakterisasi dengan variasi tegangan terkoreksi	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Grafik hasil karakterisasi absorbansi UV-Vis spektrofotometer	53
Lampiran 2. Dokumentasi	62

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

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. Limbah kertas merupakan kertas yang sudah tidak dipakai lagi, sehingga kertas tersebut akan cenderung dibuang dan mengakibatkan limbah kertas akan semakin meningkat.



Gambar 1. Limbah sampah kertas.

Pertambahan jumlah sampah kertas di kota-kota Indonesia setiap tahun meningkat tajam. Sebagai contoh di kota Bandung. Di kota ini, pada tahun 2005 volume sampah sebanyak 7.400 m^3 per hari, dan pada tahun 2006 telah mencapai 7.99 m^3 per hari. Selain itu, di Jakarta, pada tahun 2005 volume sampah yang dihasilkan sebanyak 25.659 m^3 per hari, dan pada tahun 2006 telah mencapai 26.880 m^3 per hari. (Suganda dalam Kompas, 30 Nopember 2006).

Pertumbuhan sampah di Kota Yogyakarta berdasarkan data tercatat 531 m^3 per hari pada tahun 2001, kemudian meningkat menjadi 1.571 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 *Univercity 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). Sebagai sebuah material yang benar-benar baru, *graphene* memiliki sifat-sifat yang luar biasa, antara lain mobilitas elektron yang tinggi mencapai $200.000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, konduktivitas listrik yang tinggi ($0,96 \times 10^6 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$), konduktivitas termal yang tinggi (5000 W/mK), transparansi optik yang baik ($97,7\%$), serta memiliki kekuatan 200 kali lebih keras dari baja dan 20 kali lebih keras dari berlian. Satu lembar *graphene* dengan luas 1 m^2 beratnya hanya $0,77 \text{ mg}$ (Huss and All, 2010).

Material *Graphene* ini yang selanjutnya banyak dikembangkan oleh ilmuwan-ilmuwan di seluruh dunia karena ia memiliki keistimewaan. Salah satu produk nanomaterial yang terkait dengan *graphene* adalah *graphene oxide (GO)*. GO adalah nanomaterial yang terdiri dari beberapa lapisan *graphene*.

Berdasarkan keunggulan dari sifat-sifat yang dimiliki *Graphene* di atas, maka material *Graphene* dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, diantaranya adalah bidang elektronik, bidang fotonik, dan dalam bidang lainnya. 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 (La Fuente, 2013). 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, seperti *mechanical exfoliation*, *chemical exfoliation*, *chemical vapor deposition (CVD)*, *electrochemical exfoliation* dan metode pertumbuhan *epitaxial*. Proses CVD dapat menghasilkan lapisan *Graphene* dengan ukuran yang sangat luas, sangat transparan dan dapat menghasilkan kaca konduktif elastis, namun membutuhkan biaya produksi yang cukup tinggi dan membutuhkan peralatan yang canggih. Metode *mechanical exfoliation* dan *epitaxial* film tipis GO dapat menghasilkan lapisan tipis GO dengan kualitas yang tinggi karena

kemurniannya, namun hanya dapat memproduksi GO yang terbatas atau kecil. Sedangkan dengan menggunakan metode *chemical exfoliation* memiliki keunggulan dari segi biaya yang rendah, meskipun proses oksidasi akan berdampak pada *honeycomb lattice* dari material *graphene* (Su dkk,2011).

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.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah dipaparkan di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Masih kurangnya pemanfaatan limbah kertas dalam berbagai bidang, terutama bidang sains ataupun dalam bidang nanoteknologi, sehingga kajian yang membahas tentang pemanfaatan limbah kertas dalam bidang ilmu sains sangatlah penting.

2. Masih kurangnya pengenalan dan pengembangan tentang material baru yang dinamakan GO menjadikan pentingnya penelitian ini untuk dilakukan dan dikembangkan.
3. Masih terbatasnya penggunaan metode sintesis yang dilakukan khususnya di Indonesia yang sebagian besar menggunakan metode *charging liquid chemical exfoliation (CLME)* berdasarkan metode Hummer's menjadikan penelitian dengan menggunakan metode yang lain dirasa sangat penting dilakukan.
4. Banyaknya manfaat yang dapat diperoleh dari material GO ini untuk manusia, sehingga penelitian tentang GO ini dirasa sangat penting untuk dilakukan.

C. Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini diberikan sebagai berikut:

1. Metode preparasi dan sintesis yang digunakan untuk menghasilkan GO adalah metode CLME dengan memberikan variasi tegangan DC pada limbah kertas yang dibuat barada pada fase cair dan dihaluskan menggunakan blender.
2. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan limbah kertas sebagai sumber utama penghasil GO.
3. Karakterisasi pada material GO dilakukan dengan melihat panjang gelombang dari spektrofotometer UV-Vis, Dino-Lite, SEM

D. Rumusan Masalah

Dari batasan masalah di atas, dapat dijadikan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sintesis material GO menggunakan metode CLME yang menggunakan limbah kertas bekas sebagai sumber penghasil GO?
2. Bagaimana pengaruh pemberian variasi tegangan pada CLME terhadap hasil absorbansi material GO dari karakterisasi *spektrofotometer* UV-Vis?
3. Bagaimana pengaruh pemberian tegangan pada metode CLME terhadap morfologi permukaan dari hasil karakterisasi SEM?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mensintesis material GO dengan metode 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 SEM.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa

- a. Memperkenalkan material baru yang dinamakan GO dikalangan Mahasiswa dan di Indonesia.
- b. Memperkenalkan berbagai metode sintesis GO yang pada penelitian ini menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation*.
- c. Memberikan informasi hasil pengujian spektrofotometer Uv-Vis, *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada sampel bahan yang telah disintesis menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation*.
- d. Dapat digunakan sebagai salah satu referensi untuk penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation*.

2. Bagi Universitas

Sebagai pengenalan awal tentang material baru yang dinamakan GO yang kemudian bias dikembangkan lebih lanjut.

3. Bagi Masyarakat

Penelitian tentang *graphene* atau GO yang semakin dikembangkan akan sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia dan dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Nanoteknologi

Nanoteknologi adalah suatu teknologi yang mampu merekayasa sifat-sifat dan performansi material sedemikian rupa sehingga menjadi lebih efektif, efisien, dan lebih berdayaguna dalam skala nanometer. Menurut Abdullah dan Khairurrijal (2009), nanoteknologi adalah ilmu dan rekayasa dalam menciptakan material, struktur fungsional, maupun piranti dalam skala nanometer. Jadi, nanoteknologi tidak hanya sebatas bagaimana cara menghasilkan material atau partikel yang berukuran nanometer, melainkan memiliki pengertian yang lebih luas termasuk bagaimana cara memproduksi serta mengetahui kegunaan sifat baru yang muncul dari material nano yang telah dibuat. Salah satu produk nanoteknologi adalah nanomaterial.

Nanopartikel adalah partikel yang sangat halus memiliki orde nanometer atau partikel yang ukurannya dalam interval 1-100 nm dan minimal dalam satu dimensi (Hosokawa, 2007: 1). Ukuran partikel yang sangat kecil tersebut dimanfaatkan untuk mendesain, menyusun atau memanipulasi material sehingga dihasilkan material dengan sifat dan fungsi baru.

Bidang ilmu nanoteknologi ini dipandang dapat memberikan perubahan besar terhadap peradaban manusia abad ke-21. Sifat – sifat seperti

sifat elektronik, sifat magnetik, sifat optik, dan reaktivitas katalitik baru akan dijumpai pada material dengan ukuran nano dimana sifat baru ini tidak dijumpai pada material dengan ukuran lebih besar dari 100 nanometer. Salah satu alasan utama yang menentukan perubahan sifat ini yaitu meningkatnya luas permukaan material ukuran nanometer (Arryanto, 2007: 1, Montazer, *et al.*, 2012)

B. Kertas

Kertas adalah barang lembaran yang dibuat dari bubur rumput, jerami, kayu dan sebagainya yang biasa ditulisi atau untuk kertas kemasan dan sebagainya. Kertas merupakan salah satu kemasan yang pertama kali ditemukan sebelum pembungkus lainnya seperti plastik.

Kertas terbuat dari bahan baku yang disebut *pulp*. *Pulp* ini berasal dari serat tanaman yang merupakan jalinan serat yang telah diolah sedemikian rupa sehingga membentuk suatu lembaran. Serat yang digunakan untuk membuat kertas biasanya adalah serat alami yang mengandung selulosa dan hemiselulosa. *Pulp* dapat berasal dari kayu, bambu, padi, dan tumbuhan lain yang mengandung serat.

Pulp adalah hasil pemisahan serat dari tanaman (*wood*) maupun bukan kayu (*nonwood*). Proses kimia banyak dilakukan untuk pembuatan *pulp*. Proses pembuatan *pulp* yang menggunakan bahan baku tanaman bukan kayu dapat bermacam – macam proses pengolahannya. Proses *pulp* dibedakan atas proses mekanis, semikimia (kombinasi kimia dan mekanis), dan kimia.

Umunya, proses kimia dilaksanakan secara alkali dengan NaOH sebagai bahan kimia pemasak (Zainal Nasution, 2006). Senyawa kimia yang membentuk *pulp* yang paling dominan adalah selulosa yang hampir dijumpai pada semua jenis tumbuhan sebagai pembentuk sebagian besar dinding sel (Murani, 2005). Kayu sebagai bahan dasar dalam industri kertas mengandung beberapa komponen antara lain:

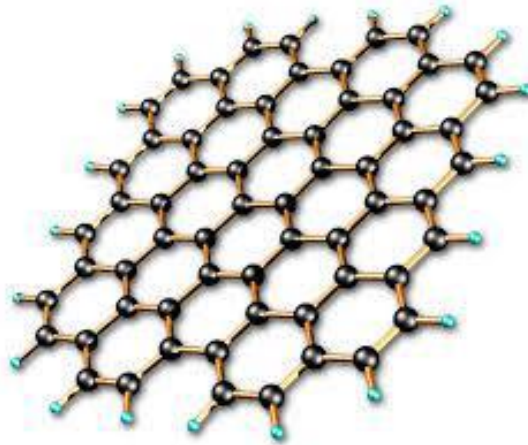
- a. Selulosa, tersusun atas molekul glukosa rantai lurus dan panjang yang merupakan komponen paling disukai dalam komponen kertas karena panjang dan kuat.
- b. Hemiselulosa, tersusun atas glukosa rantai pendek dan bercabang. Hemiselulosa lebih mudah larut dalam air dan biasanya dihilangkan dalam proses *pulping*.
- c. Lignin adalah jaringan fenolik tiga dimensi yang berfungsi merekatkan serat selulosa sehingga menjadi kaku. *Pulping* kimia dan proses pemutihan akan menghilangkan lignin tanpa mengurangi serat selulosa secara signifikan.
- d. Ekstraktif, meliputi hormon tumbuhan, resin, asam lemak dan unsur lainnya. Komponen ini sangat beracun bagi kehidupan perairan dan mencapai jumlah toksik akut dalam *effluent* industri kertas. (Darusetyo, 2012).

Tingkat konsumsi kertas di Indonesia sangatlah tinggi. Menurut *Indonesia Pulp & Paper Association Directory* konsumsi kertas di Indonesia

mencapai 5.96 juta ton pada tahun 2006. Tingginya tingkat konsumsi kertas di Indonesia tersebut membuat pohon yang merupakan bahan baku pembuatan kertas semakin berkurang. Tercatat 65 - 97 juta pohon ditebang untuk memenuhi kebutuhan akan kertas pada angkatan kerja di Indonesia (Velliana, 2013).

C. Materi Graphene

Graphene merupakan susunan atom-atom karbon *monolayer* dua dimensi yang membentuk struktur Kristal heksagonal menyerupai sarang lebah.



Gambar 2. Struktur *Graphene* (Murtiaji,2010)

Graphene merupakan alotropi karbon yang ditemukan secara eksperimen tahun 2004 oleh A.K Geim dan Novoselov K.S dari *University of Manchester* dengan menggunakan tehnik *scotch tape* pada lapisan terluar pada unsur

karbon (Novoselov dkk, 2004). Satu lembar *graphene* teramati menggantung pada substrat silikon oksida dengan mikroskop optik. (Geim, 2007). *Graphene* memiliki sifat yang unik dan unggul dibandingkan dengan material lain. *Graphene* tidak memiliki *band gap*, mobilitas *graphene multilayer* sekitar $15000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ pada suhu 300 K dan sekitar $60000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ pada suhu 4 K, sedangkan untuk *graphene few layer* antara $3000\text{-}10000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ (Geim,2007). Keunggulan lain dari sifat yang dimiliki *graphene* yaitu konduktivitas termal yang tinggi mencapai 5000 W/mK serta memiliki keunggulan kekuatan tarik 1TPa (Huss and All, 2010). Selain itu, material *graphene* juga dapat dimanfaatkan untuk memproduksi berbagai komponen listrik, misalnya kapasitor dan transistor, perangkat optoelektronik, LED, video display dan sel surya. Salah satu penerapan yang mungkin dilakukan untuk material ini adalah sebagai monitor yang flaksibel dan diaplikasikan dalam bidang fotovoltaiik yaitu sel surya (Efelina, 2015: 15). Secara teoritis, *graphene* sudah dipelajari selama kurang lebih enam puluh tahun dan banyak digunakan untuk menggambarkan sifat berbagai bahan yang berbasis karbon (Geim dan Novoselov, 2007).

Nama *Graphene* berasal dari *grafena + ene* (Truong, 2013). *Graphene* sendiri merupakan material yang terdiri dari banyak lembaran *graphene* yang ditumpuk secara bersama. Lembaran *graphene* satu dengan lainnya diikat dengan ikatan *Van der Waals* (Geim, 2007).

Adapun sifat dan karakteristik *graphene* yang lainnya dapat dijelaskan di bawah ini:

- a. Memiliki transparansi sangat tinggi. Hal ini disebabkan oleh dimensi *graphene* yang mirip selembar kertas dan ketebalannya yang berorde atom. Meskipun memiliki transparansi yang tinggi *graphene* tetap memiliki kerapatan yang cukup tinggi yaitu $0,77 \text{ mg/m}^2$.
- b. Memiliki daya tahan terhadap tekanan sebesar 42 N/m^2 , dibandingkan dengan baja yang memiliki kekuatan tekanan $(0,25 - 1,2) \times 10^9 \text{ N/m}^2$. Jika dianggap terdapat baja yang ketebalannya sama dengan *graphene*, maka kekuatan baja tersebut setara dengan $(0,084 - 0,40) \text{ N/m}^2$. Sehingga dapat dikatakan bahwa *graphene* seratus kali lebih kuat dari baja.
- c. Ikatan atom karbonnya sangat fleksibel yang memungkinkan jaringannya merenggang hingga 20% dari ukuran awal.
- d. Bersifat konduktor listrik dan konduktor panas. Sifat konduktivitas listrik *graphene* berasal dari elektron ikatan *phi* yang terdelokalisasi di sepanjang ikatan C-C dan bertindak sebagai pembawa muatan. *Graphene* merupakan bahan superkonduktor, namun dapat berubah menjadi semikonduktor dengan menambahkan *dopping*. *Dopping* ini akan memutuskan ikatan *phi* pada atom karbon yang bersangkutan, sehingga menurunkan konduktivitas listrik *graphene* atau membuka *band gap*.
- e. Tingkat resistivitasnya menuju nol.

- f. Kisi-kisi pada *graphene* memungkinkan elektronnya untuk dapat menempuh jarak yang jauh dalam *graphene* tanpa gangguan. Pada konduktor normal, elektron biasanya mengalami pantulan berkali-kali yang dapat melemahkan daya kerja konduktor. Namun hal ini tidak terjadi pada *graphene*.
- g. Elektron-elektron pada *graphene* berperilaku sebagai partikel cahaya, foton-foton tanpa massa yang dalam keadaan vakum dapat bergerak dengan kecepatan 300.000.000 m/s. Elektron dalam *graphene* karena tidak memiliki massa maka dapat bergerak dengan kecepatan konstan sebesar 1.000.000 m/s. Tidak bermassa disini adalah bahwa ketika elektron pada *graphene* bergerak maka seolah-olah elektron tersebut tidak bermassa karena memiliki resistivitas yang hampir nol sehingga elektron dapat bergerak dengan kecepatan konstan.
- h. Dengan transparansi hampir 98% dan dapat menghantarkan arus listrik dengan sangat baik, *graphene* berpeluang untuk diaplikasikan pada pembuatan lapisan sentuh yang transparan, panel listrik, dan sel surya
- i. Campuran 1% *graphene* dengan bahan plastik dapat membuat bahan plastik bersifat menghantarkan panas. Resistansi plastik akan meningkat sampai 30⁰C bersamaan dengan meningkatnya kekuatan mekanis. Hal ini memberi peluang untuk menghasilkan material baru yang sangat kuat, tipis, elastis, dan tembus pandang.

- j. Menjelaskan beberapa fenomena fisika kuantum yang menggambarkan bagaimana sebuah partikel kadang-kadang dapat melewati sebuah penghalang yang pada keadaan normal akan menghalangi partikel tersebut. Semakin tebal penghalang, maka semakin kecil kemungkinan dapat melewatinya. Namun hal ini tidak berlaku pada elektron yang bergerak di dalam *graphene*, elektronnya dapat bergerak bebas layaknya tidak ada penghalang (Widiatmoko, 2015).

D. Sintesis Material Graphene

Sintesis material *graphene* dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu metode *top down* dan metode *bottom up* (Truong, 2013). Metode *bottom up* adalah metode sintesis *graphene* dengan cara menggabungkan atau menumbuhkan secara langsung atom-atom karbon menjadi *graphene*. Sedangkan metode *top down* adalah metode sintesis *graphene* dengan cara membelah material *graphite* menjadi lembaran-lembaran *graphene*. Salah satu contoh metode *bottom up* adalah *chemical vapor depositon* (CVD). CVD adalah metode sintesis *graphene* yang menggunakan susbtrat SiO₂ sebagai media penggabungan atau pertumbuhan atom-atom karbon menjadi *graphene*. Metode ini dapat menghasilkan *graphene* dalam jumlah yang banyak tetapi kualitasnya tidak sebaik metode lainnya (Ilham, 2014).

Ada beberapa metode *top down* diantaranya adalah *mechanical exfoliation* (ME), *reduksi graphene oxide* (rGO), *liquid exfoliation* (LE), dan lain sebagainya (Truong, 2013). Metode ME merupakan metode yang

pertama kali digunakan untuk mensintesis *graphene* oleh penemu *graphene* sendiri yaitu, Geim dan Novoselov (Low, dkk, 2012). Metode ME dilakukan dengan cara mengelupas lapisan-lapisan kristalin *graphite* atau karbon hingga skala mikrometer menggunakan silotip. Satu lembar *graphene* teramati menggantung pada substrat silikon oksida dengan mikroskop optik (Geim, 2007). Metode reduksi *graphene oxide* yaitu metode yang melewati dua tahap pengoksidasian yaitu dari *graphite* menjadi *graphite oxide* dan *graphite oxide* menjadi *graphene oxide* (GO) (Vita, 2015). Metode LE adalah metode sintesis *graphene* dalam fase cair yang menggunakan teknologi surfaktan (Shuai, 2014).

E. Charging Liquid Mechanical Exfoliation

Metode LE pertama kali diperkenalkan oleh Coleman dkk pada tahun 2008. LE adalah salah satu metode sintesis *graphene* dalam fase cair menggunakan teknologi surfaktan. Sintesis menggunakan LE dilakukan dengan cara mencampur serbuk *graphite* ke dalam larutan surfaktan anionik (fungsi pembersih) yang kemudian didiamkan satu malam. Surfaktan akan bekerja selama satu malam agar didapatkan material *graphene*. Teknologi surfaktan dalam metode ini berfungsi untuk melemahkan ikatan van Der Waals antar lembaran *graphene* pada material *graphite*. Metode LE menjadi metode yang efisien karena caranya yang mudah dan murah, namun dapat menghasilkan lembaran *graphene* dengan kualitas yang baik (Wang, dkk, 2014).

ME merupakan metode yang mudah digunakan, tetapi hanya akan menghasilkan *graphene* dalam jumlah yang sedikit. Metode ini menggunakan pengelupasan secara mekanik pada *graphite*. *Graphite* yang berupa padatan, ditemplei menggunakan solatip, kemudian solatip tersebut dilepas. Setelah dilepas solatip tersebut direkatkan kembali sampai pada akhirnya diperoleh *graphene*. Selain itu, metode ME dapat dilakukan menggunakan blender. Terdapat komponen pisau di dalam blender yang berfungsi untuk memecah *graphite*, yang bertujuan untuk mendapatkan *graphene* yang halus.

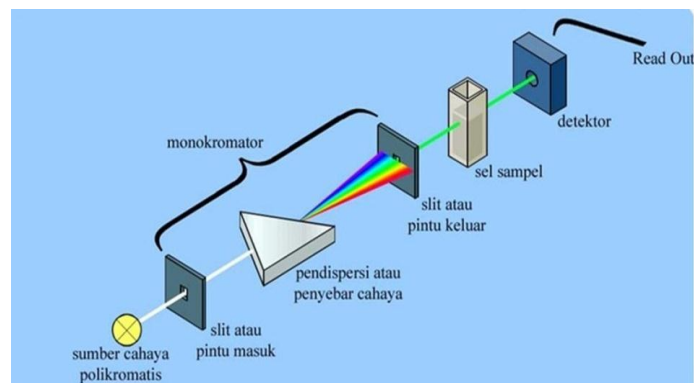
Kedua metode ini sangat baik jika digabungkan dan ditambahkan proses *charging*, sehingga menjadi metode *charging liquid mechanical exfoliation* (CLME), dimana exfoliasi mekanik dilakukan dengan blender. Jika semua bahan dimasukkan dalam blender dan dinyalakan dengan frekuensi putaran tetap akan tercipta tenaga dalam kecepatan tinggi. Oleh karena itu, metode tersebut dapat memisahkan lapisan-lapisan *graphene* yang membentuk butiran *graphene*.

F. Spektrofotometer Uv-Vis

Spektrofotometri sinar tampak UV-Vis adalah pengukuran serapan cahaya oleh suatu sistem kimia pada panjang gelombang tertentu menggunakan sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380 nm) dan dan sinar tampak (380-780 nm) dengan memakai instrumen spektrofotometer. Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan,

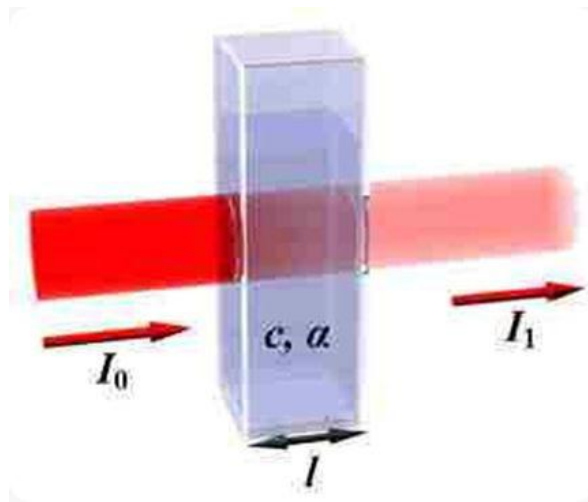
direfleksikan, atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu, dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi (Dhian. P, 2016).

Spektrofotometer UV-Vis adalah salah satu cara untuk mengetahui karakteristik *graphene*. Interaksi sumber radiasi yang digunakan untuk mengidentifikasi sampel *graphene* adalah absorbansi pada panjang gelombang tertentu. Instrumen spektrofotometer terdiri dari sumber cahaya, monokromator, sel sampel, detektor, dan *read out* (pembaca). Sumber radiasi berasal dari sinar polikromatik. Sinar polikromatik didispersikan menjadi sinar monokromatik yang dikenakan pada sampel yang kemudian sinar transmisinya terdeteksi oleh detektor. Hasil yang terbaca oleh detektor yaitu berupa data absorbansi cahaya yang diserap oleh sampel pada panjang gelombang tertentu. Absorbansi panjang gelombang tertentu menunjukkan karakter dari suatu senyawa partikel (Octavia, 2014).



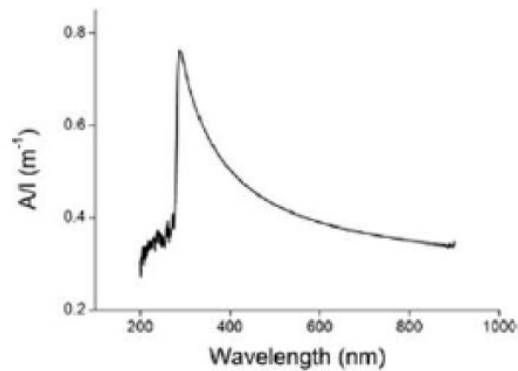
Gambar 3. Instrumen spektrofotometer Uv-Vis (Seran,2011)

Proses terjadinya absorpsi cahaya pada spektrofotometer adalah ketika cahaya dengan berbagai panjang gelombang (polikromatis) mengenai suatu zat, maka cahaya dengan panjang gelombang tertentu saja yang akan diserap. Di dalam suatu molekul yang memegang peranan penting adalah elektron valensi dari setiap atom yang ada hingga terbentuk materi. Elektron-elektron yang dimiliki oleh suatu molekul dapat berpindah (eksitasi), berputar (rotasi), dan bergetar (vibrasi) jika dikenai suatu energi (Seran, 2011). Jika zat menyerap cahaya tampak dan UV maka akan terjadi perpindahan elektron dari keadaan dasar menuju ke keadaan tereksitasi. Perpindahan elektron ini disebut transisi elektronik. Pada spektrofotometer, cahaya datang atau masuk yang mengenai permukaan zat dan cahaya setelah melewati zat tidak dapat diukur, yang dapat diukur adalah perbandingan cahaya dengan cahaya setelah melewati materi (sampel) (Seran, 2011). Proses penyerapan cahaya oleh suatu zat dapat diilustrasikan pada gambar 4.



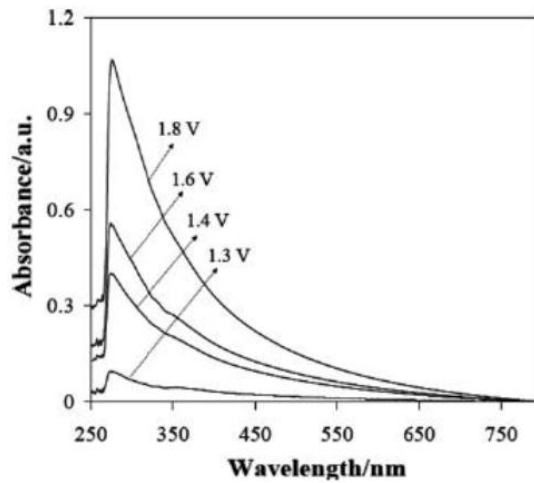
Gambar 4. Proses penyerapan cahaya oleh zat dalam sel sampel (Seran, 2011).

Spektrofotometer UV-Vis adalah salah satu cara untuk mengkarakterisasi *graphene*. Karakterisasi tersebut dapat diidentifikasi melalui nilai absorbansi hasil spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang tertentu. Absorbansi oleh sampel akan mengakibatkan terjadinya transisi elektron, yaitu elektron-elektron dari orbital dasar akan tereksitasi ke orbital yang lebih tinggi. Ketika elektron kembali ke orbital asal, elektron tersebut memancarkan energi dan energi itulah yang terdeteksi sebagai puncak-puncak absorbansi (Vita, 2015).



Gambar 5. Spektrum absorbansi Uv-Vis dengan metode LE (Shuai, 2014).

Pada Gambar 5, puncak teramati pada panjang gelombang 200 nm sampe 400 nm yang merupakan karakter *graphene* atau *graphene oxide* (Wang, dkk, 2014). Karakterisasi lain dilakukan oleh Murat (2011) yang sintesisnya menggunakan metode LE yang dikombinasikan dengan metode elektrolisis. Hasil karakterisasinya dapat dilihat pada gambar 5. Puncak teramati pada panjang gelombang antara 250 nm sampe 350 nm yang merupakan karakter *graphene* atau *graphene oxide* (Murat, dkk, 2011).



Gambar 6. Spektrum absorbansi Uv-Vis dengan metode LE dan elektrolisis (Murat, dkk, 2011)

G. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Seiring perkembangan teknologi, telah ditemukan berbagai jenis mikroskop, yaitu alat pembesar untuk melihat benda – benda yang berukuran sangat kecil yang menggunakan elektron, karena memiliki keunggulan, dan menghasilkan kualitas gambar yang beresolusi tinggi. Ada beberapa macam mikroskop elektron, salah satunya SEM.

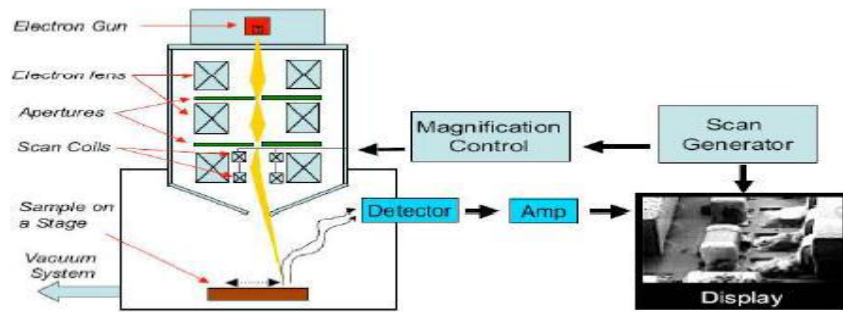
SEM dikembangkan pertama kali pada tahun 1938 oleh Manfred von Ardenne seorang ilmuwan Jerman (Oktaviana, 2009). SEM adalah mikroskop yang menggunakan hamburan elektron sebagai pengganti cahaya untuk membentuk bayangan atau gambar yang memiliki perbesaran 10 – 300000x, dan resolusi sebesar 1 – 10 nm (Pujianto, 2010). SEM merupakan alat yang digunakan untuk mengkarakterisasi nanomaterial. Beberapa hal yang

dikarakterisasi adalah permukaan material. Dengan menggunakan SEM, maka akan diperoleh bentuk permukaan material tersebut. Pada SEM, permukaan material akan ditembaki dengan berkas elektron berenergi tinggi. Elektron berenergi tinggi ini memiliki panjang gelombang yang sangat pendek yang bersesuaian dengan panjang gelombang *de Broglie*. Proses ini mengakibatkan adanya elektron yang dipantulkan atau dihasilkannya elektron sekunder. Elektron yang dipantulkan akan diterima oleh detektor. Kemudian hasil yang diterima diolah dengan program komputer (Abdullah, 2009).

Fungsi utama SEM antara lain dapat digunakan untuk mengetahui informasi – informasi tentang:

- a. Topografi, yaitu ciri – ciri permukaan dan teksturnya.
- b. Morfologi, yaitu bentuk dan ukuran partikel penyusun objek.
- c. Komposisi, yaitu data kuantitatif unsur dan senyawa yang terkandung di dalam objek.
- d. Kristalografi, yaitu informasi mengenai bagaimana susunan dari butir-butir dari objek yang diamati.

Ketebalan sampel tidak berpengaruh, karena itu, sampel yang tebal sekalipun dapat dianalisis menggunakan SEM. Kombinasi perbesaran kedalaman, jarak fokus, resolusi yang bagus, dan persiapan yang mudah membuat SEM merupakan salah satu alat yang sangat penting untuk digunakan dalam penelitian saat ini (Pujiyanto, 2010).



Gambar 7. skema susunan SEM (Oktaviana, 2009)

Dari gambar di atas, dapat diketahui prinsip kerja dari SEM, yaitu:

- Pistol elektron, biasanya filamen yang terbuat dari unsur yang mudah melepas elektron. Alat ini berfungsi untuk memproduksi sinar elektron dan dipercepat oleh anoda.
- Lensa untuk elektron, berupa lensa magnetik yang berfungsi memfokuskan elektron menuju sampel.
- Sinar elektron yang fokus memindai keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai.
- Ketika elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang diterima oleh detektor dan dikirim ke monitor.

Detektor berfungsi untuk menangkap hamburan elektron dan memberikan informasi yang berbeda-beda. Detektor elektron itu antara lain:

1. Detektor EDS, berfungsi untuk menangkap informasi mengenai komposisi sampel pada skala mikro.

2. *Backscatter* detektor, berfungsi untuk menangkap informasi nomor atom dan topografi.
3. *Secondary* detektor, berfungsi untuk menangkap informasi topografi.

H. Kerangka Berfikir

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis *graphene oxide* berbahan dasar karbon yang bersumber dari limbah kertas menggunakan metode CLME. Metode CLME adalah gabungan dari metode LE dan ME yang dikombinasikan dengan *charging*. Metode LE adalah satu metode sintesis *graphene* dalam fase cair dengan mencampur serbuk *graphene* ke dalam larutan dan dikombinasikan dengan proses *charging*. Metode ME menggunakan blender yang terdapat komponen pisau didalamnya yang berfungsi untuk memecah *graphene* yang bertujuan untuk mendapatkan *graphene* yang lebih halus. Karakterisasi yang digunakan adalah melihat panjang gelombang dan absorbansi dari spektrofotometer UV-Vis, dan untuk melihat bentuk permukaan sampel diperoleh dari Dino-Lite dan SEM.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2016 – April 2017.

2. Tempat penelitian

- a. Proses penimbangan limbah kertas dilakukan di Laboratorium Getaran dan Gelombang Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA UNY).
- b. Proses sintesis GO dilakukan di Laboratorium Getaran dan Gelombang lantai II Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY.
- c. Proses pengujian menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilakukan di Laboratorium Kimia lantai 2 FMIPA UNY.
- d. Proses karakterisasi Dino-Lite dilakukan di Laboratorium Koloid lantai II Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY.
- e. Proses pengujian SEM dilakukan di LPPT unit II Universitas Gajah Madja (UGM).

B. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini, variabel penelitian yang terdapat pada pengukuran karakteristik absorbansi dari hasil sintesis GO dengan metode CLME adalah

1. Variabel bebas adalah variabel yang menjadi sebab berubahnya suatu variabel lain, yaitu variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi pemberian tegangan DC dalam proses sintesis GO yaitu 25 volt, 30 volt dan 35 volt.
2. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi akibat adanya variabel lain, yaitu variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil karakterisasi spektrofotometer UV-Vis dan SEM.
3. Variabel kontrol adalah variabel yang dibuat sama sehingga tidak mempengaruhi variabel terikat. Variabel kontrol dalam penelitian ini antara lain massa limbah kertas 25 gram, volume air 500 ml, waktu perendaman, waktu blender, jarak elektroda, dan waktu pemberian tegangan.

C. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini merupakan jenis penelitian eksperimen. Eksperimen ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian variasi tegangan terhadap material GO dari limbah kertas menggunakan metode CLME. Untuk itu, pada penelitian ini dilakukan berbagai uji sampel seperti Spektrofotometer UV-Vis, SEM.

D. Alat dan Bahan

1. Alat-alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- a. rangkaian konverter DC,
- b. trafo 3 ampere,
- c. multimeter,
- d. kabel penghubung,
- e. penjepit buaya,
- f. aquarium,
- g. gunting,
- h. timbangan digital,
- i. blender,
- j. tabung reaksi,
- k. gelas ukur,
- l. saringan,
- m. kertas saring,
- n. pipet tetes,
- o. aluminium foil,
- p. kaca preparat,
- q. lempeng tembaga,
- r. kertas label

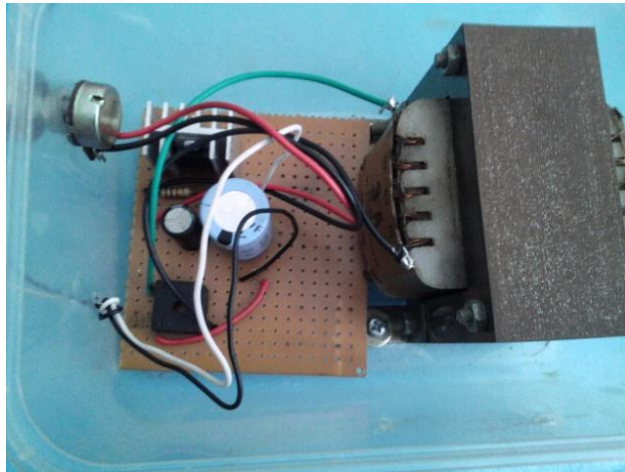
2. Bahan-bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- a. limbah kertas yang dihaluskan,
- b. aquades.

E. Langkah Kerja

1. Proses pembuatan sumber tegangan



Gambar 8 . rangakain konverter tegangan DC ke AC.

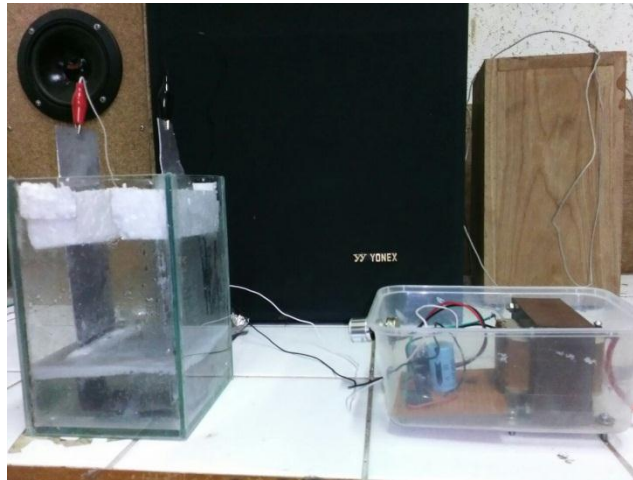
Proses pembuatan rangkaian DC dalam penelitian ini menggunakan trafo 3 ampere yang mempunyai tegangan AC dengan keluaran maksimal sebesar 36 Volt serta menggunakan rangkaian konverter AC ke DC. Komponen yang digunakan dalam pembuatan rangkain konverter ini yaitu kapasitor 50 μ F sebagai penyimpan energi listrik, potensiometer sebagai pengatur tegangan keluaran, resistor

2. Proses pembuatan sumber karbon

Menyiapkan sumber karbon yang pada penelitian ini menggunakan kertas bekas sebagai sumber karbon. Menimbang kertas yang akan digunakan sebanyak 25 gram dan memotong menjadikan bagian kecil – kecil dengan tujuan mempermudah proses pelembutan dengan menggunakan blender. Merendam kertas yang telah ditimbang tersebut dengan aquades sebanyak 250 ml selama satu malam sebelum diblender. Proses pemblenderan dilakukan selama 5 menit dan hasil blenderan tersebut kemudian disaring untuk diambil cairannya dan didiamkan kembali selama satu malam dengan tujuan untuk mendapatkan cairan yang paling jernih dan bening. Mengulangi langkah percobaan di atas sebanyak 12 kali sehingga akan didapatkan 12 sampel.

3. Proses sintesis GO dengan metode CLME

Proses ini hampir sama dengan proses elektrolisis, tetapi bedanya tidak menggunakan cairan elektrolit melainkan menggunakan cairan yang telah didiamkan atau diendapkan selama satu malam. Menyiapkan tegangan DC yang pada penelitian ini menggunakan *trafo* 3 ampere sebagai sumber arus dengan menyambungkan dengan rangkaian converter (pengubah AC ke DC) dengan tegangan DC maksimal 36 volt. Mengambil cairan yang paling jernih dan kemudian dilakukan proses *charging* dengan waktu yang sama yaitu selama 2 jam. Dengan melakukan variasi tegangan yaitu menggunakan tegangan 25 Volt, 30 Volt dan 35 Volt.



Gambar 9. Proses *charging* material GO.

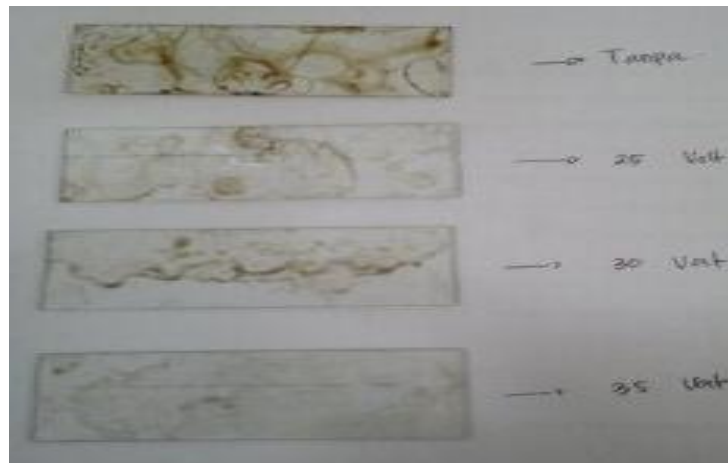
4. Pengujian spektrofotometer Uv-Vis

Sampel yang digunakan untuk karakterisasi spektrofotometer UV-Vis berada dalam fase cair. Jumlah sampel yang dikarakterisasi adalah sebanyak 10 sampel, terdiri dari 1 sampel tanpa pemberian tegangan, 3 sampel dengan tegangan 25 volt, 3 sampel dengan tegangan 30 volt, 3 sampel dengan tegangan 35 volt. Pada karakterisasi UV-Vis akan diperoleh grafik yang menunjukkan panjang gelombang dan absorbansi yang dimiliki sampel larutan tersebut.

Sampel larutan yang diuji yaitu larutan yang telah didiamkan selama satu malam. Hasil karakterisasi UV-Vis digunakan untuk mengetahui panjang gelombang serapan dan besarnya absorbansi pada sampel larutan tersebut.

5. Pembuatan sampel untuk karakteristik Dino-Lite

Sampel yang digunakan untuk karakterisasi Dino-Lite berada dalam fase padat. Sampel padatan tersebut didapatkan menggunakan oven. Sampel cair yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 250°C selama 15 menit untuk menguapkan sampel cair. Terdapat 4 sampel yang diamati dengan Dino-Lite ini, terdiri dari 1 sampel tanpa diberi tegangan, 1 sampel dengan tegangan 25 volt, 1 sampel dengan tegangan 30 volt, 1 sampel dengan tegangan 35 volt.



Gambar 10. Sampel hasil oven untuk karakterisasi Dino-Lite.

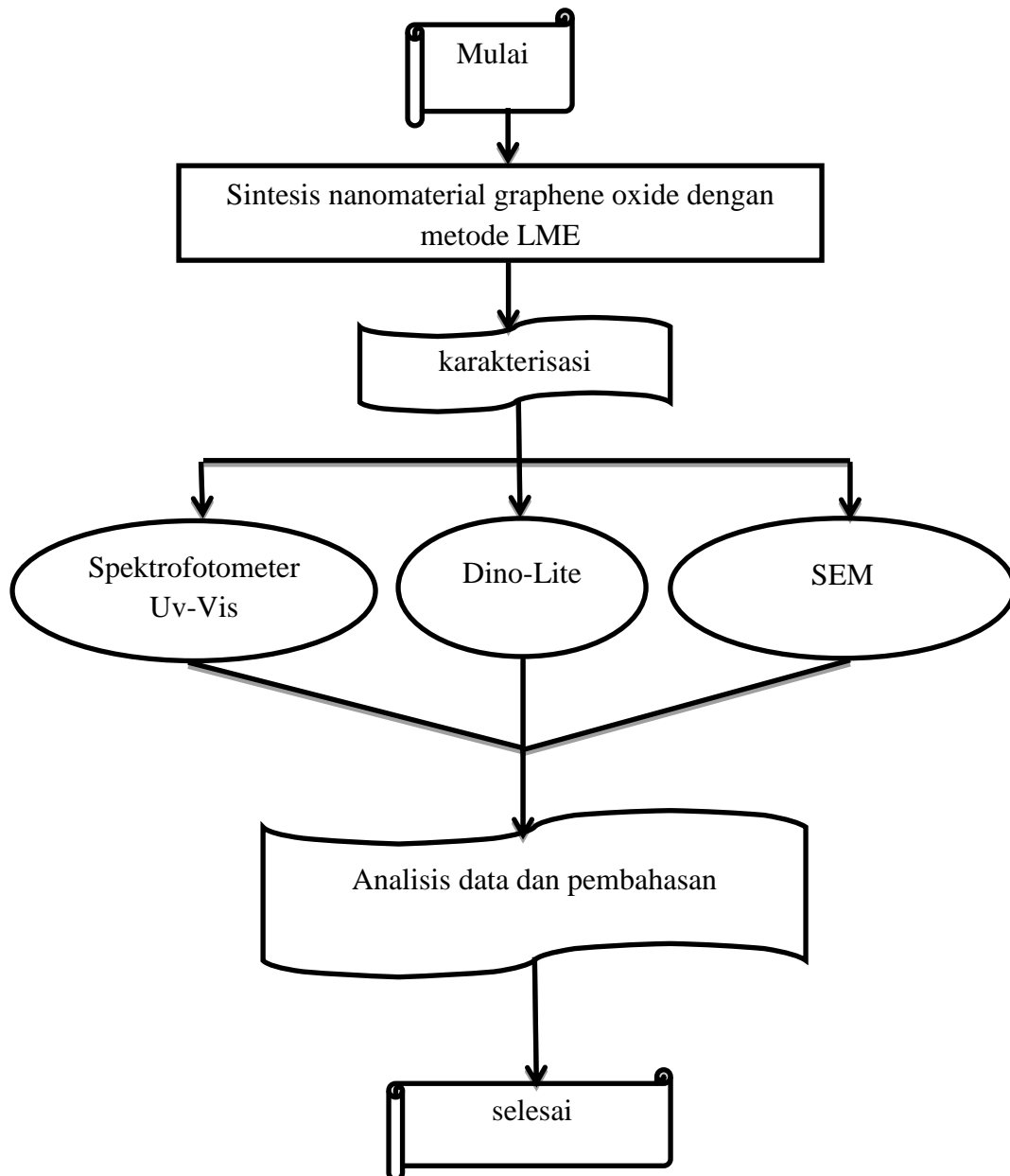
6. Pembuatan sampel untuk karakterisasi SEM

Sampel yang digunakan untuk karakterisasi SEM berada dalam fase padatan. Untuk mendapatkan sampel dalam bentuk padat dilakukan dengan cara menuangkan sampel cair ke atas preparat yang telah disiapkan, kemudian dioven pada suhu 250°C selama 15 menit. Sampel

yang dibuat padatan berjumlah 4 sampel terdiri dari 1 sampel tanpa diberi tegangan, 1 sampel dengan tegangan 25 volt, 1 sampel dengan tegangan 30 volt, 1 sampel dengan tegangan 35 volt.

Sampel yang dikarakterisasi SEM hanya 2 sampel terdiri dari tanpa diberi tegangan dan tegangan 30 volt. Pengujian SEM dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bentuk permukaan sampel.

F. Diagram Alir Penelitian



BAB IV

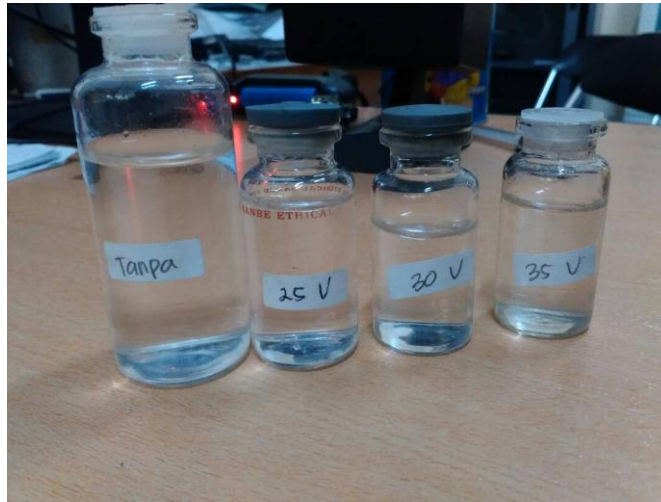
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas tentang berbagai hasil yang diperoleh dari penelitian ini, sesuai dengan tujuan dari penelitian ini yaitu mensintesis material GO dengan menggunakan metode CLME yang menggunakan limbah kertas bekas sebagai sumber penghasil GO dengan menggunakan blender terhadap hasil karakterisasi spektrofotometer UV-Vis, Dino-Lite, dan SEM.

A. Hasil Sintesis Graphene Oxide Metode LME

Metode yang digunakan untuk mensintesis GO pada penelitian ini adalah CLME. Metode CLME ini tergolong dalam metode *top-down* karena dapat menghasilkan material GO dengan cara mengelupas dari suatu bahan (material grafit). Hal ini disebabkan karena pada dasarnya material *graphene* merupakan bahan penyusun dasar untuk material grafit (Gong, 2011). Pada dasarnya, metode ini menggunakan dua prinsip yaitu LE dengan kombinasi *charging* dan ME.

Metode ME dilakukan dengan menggunakan blender, terapat komponen pisau di dalamnya yang berfungsi sebagai pemecah atau pengelupas *graphite* yang bertujuan untuk mendapatkan *graphene* yang lebih halus. Sedangkan metode LE dilakukan dengan mencampur serbuk *graphite* ke dalam larutan aquades yang kemudian dilakukan proses *charging* untuk mengetahui pengaruh tegangan terhadap hasil absorbansi material GO.



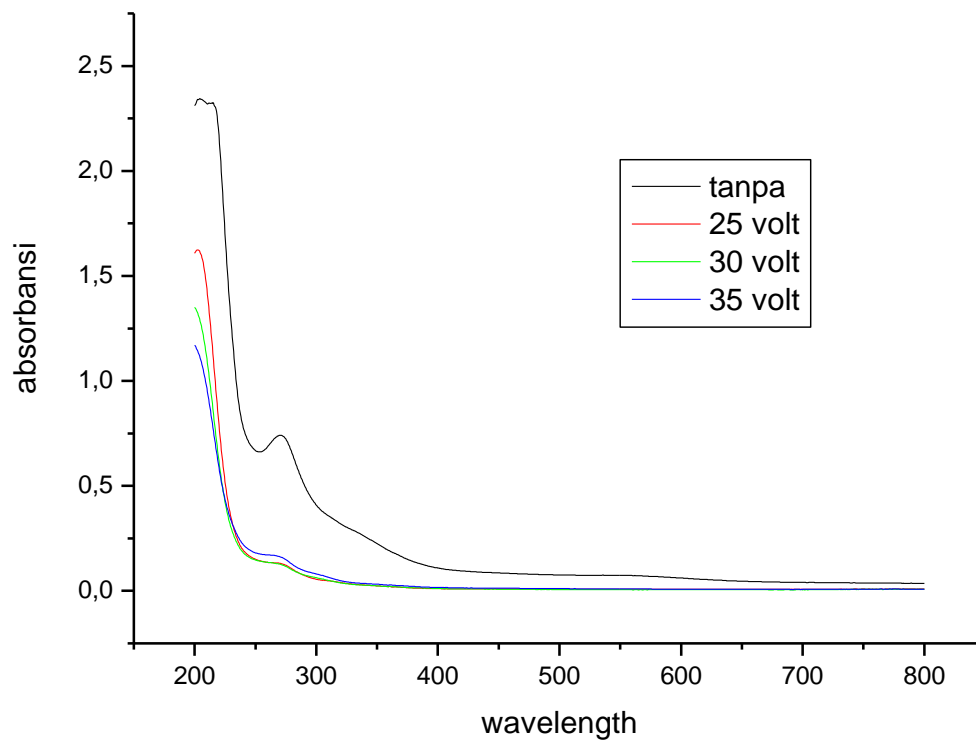
Gambar 11. Hasil sintesis GO.

Dari Gambar 11, dapat dilihat bahwa GO disintesis dengan metode 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.

B. Hasil Karakterisasi Spektrofotometer Uv-Vis

Karakterisasi sifat optik GO yang diperoleh tersebut dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Dengan menguji sampel material menggunakan instrumen ini maka dapat diperoleh data panjang gelombang dan absorbansinya. Nilai absorbansi dari material GO yang didapat ini diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 200-800 nm. Dalam penelitian ini, dilakukan proses *charging* dengan variasi tegangan yaitu

tanpa tegangan, 25 volt, 30 volt dan 35 volt dengan waktu *charging* sama, dimana setiap variasi dilakukan pengukuran sebanyak 3 kali dengan perlakuan yang sama yang kemudian diambil nilai rata-ratanya. Hasil karakterisasi absorbansi dari proses *charging* dapat dilihat pada Gambar 12 berikut:

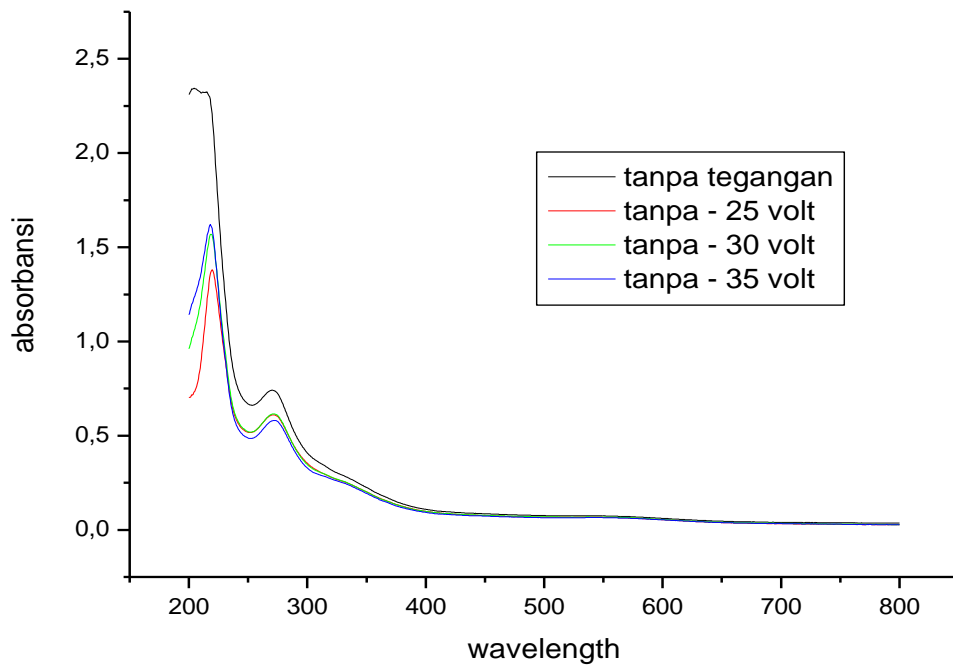


Gambar 12. Kurva absorbansi GO dengan variasi tegangan.

Grafik absorbansi GO pada Gambar 12 memiliki perbedaan yang cukup jelas. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai panjang gelombang dan absorbansi yang semakin turun. Penurunan nilai absorbansi akan terlihat lebih

jelas setelah dilakukan proses *charging*. 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* menjadi 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 13 berikut :



Gambar 13. 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, puncak pertama merupakan panjang gelombang maksimal dimana absorbansinya memiliki titik puncak yang paling tinggi dibandingkan dengan puncak kedua yang memiliki titik puncak yang cenderung lebih rendah dan berada disebelah kanan dari puncak pertama.

Dari gambar 13 menunjukkan absorbansi dari material GO yang diperoleh berdasarkan proses *charging* pada bahan. Pada keseluruhan data yang diperoleh, menunjukkan adanya 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* sama dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil karkterisasi UV-Vis dengan variasi *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

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:

Tabel 2. Karakterisasi dengan variasi tegangan terkoreksi.

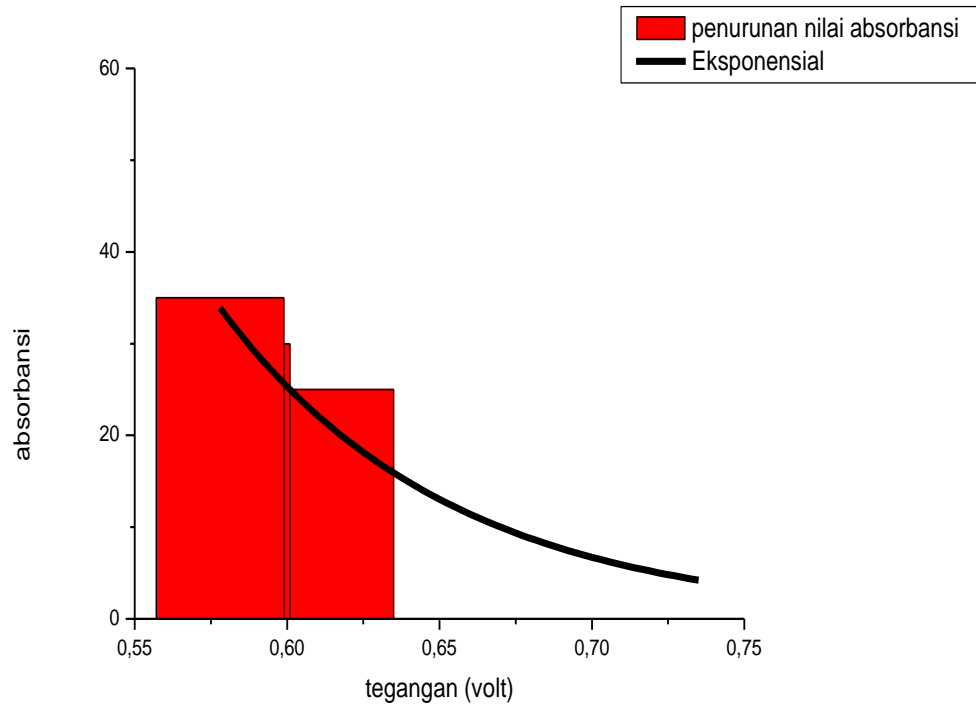
Tegangan (volt)	puncak	Panjang gelombang (nm)	Absorbansi
Tanpa (0)	1	206.5	2.338
	2	273.0	0.735
25	1	223.5	1.373
	2	273.0	0.614
30	1	221.0	1.533
	2	273.0	0.580
35	1	219.5	1.600
	2	274.0	0.578

Tabel 2 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 14 berikut:



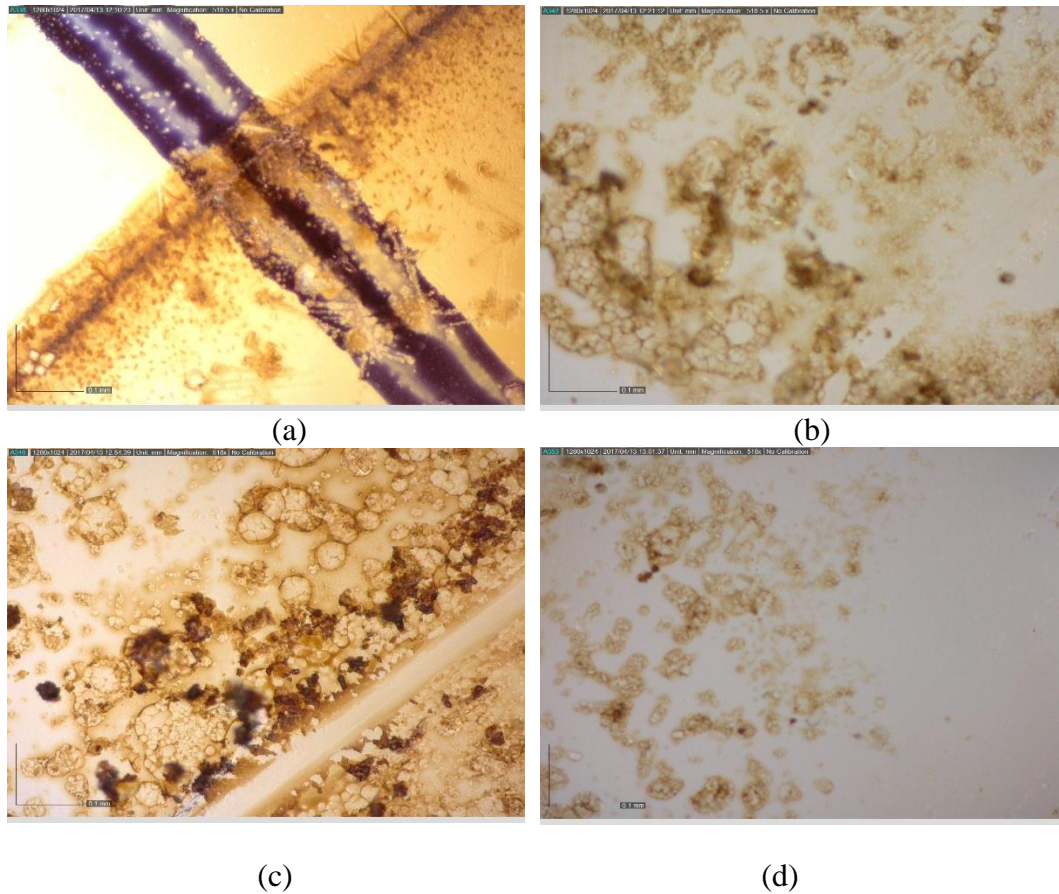
Gambar 14. kurva nilai absorbansi terkoreksi.

Dari Gambar 14, 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. Besar kemungkinan jika tegangan yang diberikan semakin tinggi, maka lembaran–lembaran *graphene* akan semakin banyak terkelupas hingga akhirnya dapat didapatkan *graphene single layer*.

Dilihat dari nilai absorbansinya, dapat dilihat bahwa nilai absorbansinya semakin turun. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh pemberian variasi tegangan pada sampel. Artinya, 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.

C. Hasil Karakterisasi Dino-Lite

Karakterisasi Dino-Lite digunakan untuk mengetahui bentuk permukaan suatu sampel pada skala milimeter (mm). Pada penelitian ini terdapat 4 sampel yang dianalisis dengan Dino-Lite yaitu pada variasi tanpa tegangan (0 volt), 25 volt, 30 volt dan 35 volt.

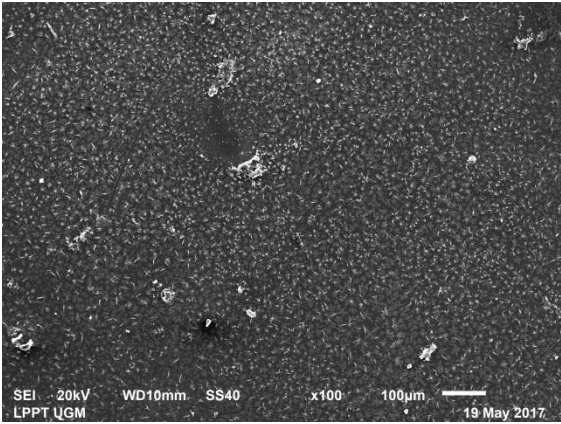


Gambar 15. Karakterisasi Dino-Lite (a) tanpa tegangan (b) 25 volt (c) 30 volt (d) 35 volt.

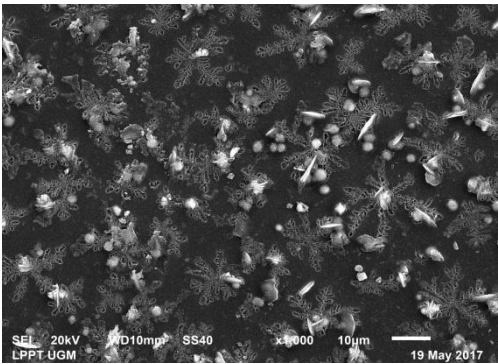
Gambar 15 menunjukkan karakterisasi Dino-Lite dalam skala milimeter dengan perbesaran 518 x. Perbedaan pada gambar 15 muncul bentuk menyerupai gelembung – gelembung setelah dilakukan proses *charging*. Sebelum dilakukan proses *charging*, bentuk permukaan tidak terlihat bentuk–bentuk gelembung. Gelembung–gelembung 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.

D. Hasil Karakterisasi SEM

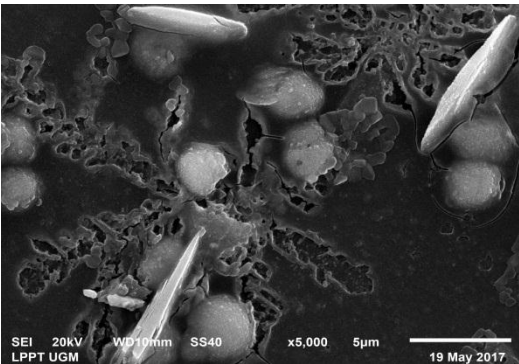
SEM digunakan untuk mengetahui bentuk morfologi permukaan suatu bahan. Karakterisasi sampel menggunakan SEM dimanfaatkan untuk melihat topografi bahan, ukuran butiran, dan komposisi suatu sampel. Pada penelitian ini, terdapat 2 sampel yang dianalisis menggunakan SEM sampel tanpa diberikan tegangan dan sampel dengan tegangan 30 volt.



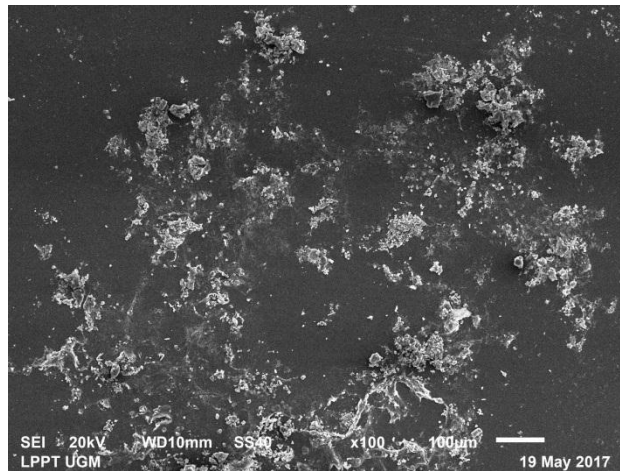
(a)



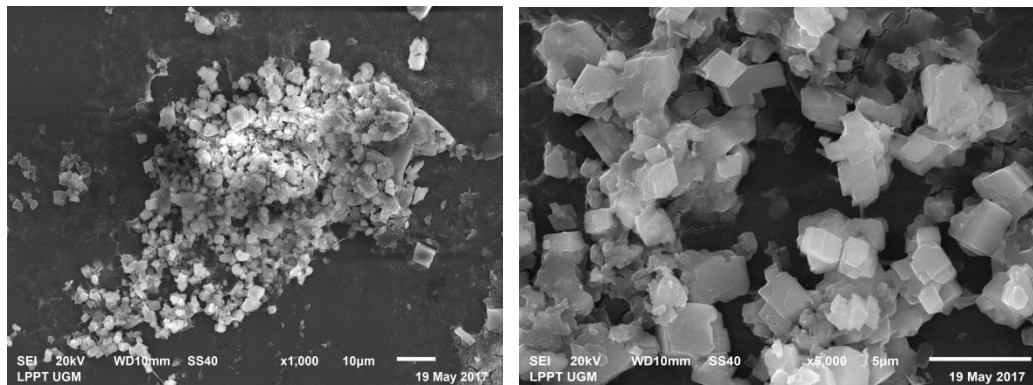
(b)



(c)



(d)



(e)

(f)

Gambar 16. Hasil karakterisasi SEM (a) tanpa tegangan x1000 (b) tanpa tegangan x5000 (c) 30 volt x1000 (d) 30 volt x 5000

Gambar 16 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 16 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 μm sampai 3.1 μm .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

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 dengan absorbansi 0.614 pada tegangan 30 volt teramati 273.0 nm dengan absorbansi 0.580 dan pada tegangan 35 volt teramati 274.0 dengan absorbansi 0.578. puncak yang teramati pada panjang gelombang 230 nm sampai 310 nm yang merupakan karakterisasi GO atau *graphene multilayer*.
3. Hasil karakterisasi SEM menunjukkan perbedaan bentuk morfologi permukaan pada bahan. Sebelum proses *charging* nampak material yang berbentuk lonjong dengan ukuran 5.81 μm sampai 8.37 μm , ranting dengan

ukuran 9.18 μm dan bongkahan dengan ukuran 2.29 μm sampai 3.64 μm . 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 μm sampai 3.1 μm .

B. Saran

Setelah penelitian ini selesai, terdapat beberapa saran dari peneliti sebagai masukan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Untuk peneliti selanjutnya bisa menggunakan variasi lama waktu atau besar tegangan untuk mengetahui lebih jelas pengaruhnya.
2. Peneliti selanjutnya bisa lebih memperhatikan pengaruh bahan atau bentuk anoda dan katoda dalam proses *charging*.
3. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut tentang sintesis material *graphene oxide* menjadi *graphene* dengan menggunakan metode – metode lainnya.
4. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan karakterisasi EDAX untuk mengetahui kandungan material yang terdapat pada bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. & Khaerurijjal. (2009). *Karakterisasi Nanopartikel: Teori, Penerapan, dan Pengolahan Data*. Bandung: Rezeki Putra.
- Arryanto Yateman, dkk. (2007). *Iptek Nano di Indonesia, Terobosan, Peluang, dan Strategi*. Yogyakarta: Diglossia.
- BPS Kota Yogyakarta, 2001-2007, *KotaYogyakarta Dalam Angka Tahun 2001-2007*.
- Dhian, P. (2016). *Preparasi nanomaterial karbon menggunakan metode liquid mechanical exfoliation dibantu oleh linear alkylbenzena variasi waktu pencampuran*. Yogyakarta: FMIPA UNY
- 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
- Geim, A.K. & Novoselov, K.S. (2007). *The Rise of Graphene*. Nature Materials. Vol 6. Hlm. 1-14.
- Grant, N. M., & Suryanayana, C. (1998). *X-Ray Diffraction : A Partical Approach*. New York: Plenum Press.
- Hanif, Nur. (2016). *Perbedaan Karakter Sampel Hasil Preparasi Dan Sintesis Nanomaterial Karbon Berbahan Dasar Tri Graphene Pensil 2B Faber Castell Menggunakan Metode Liquid Mechanical Exfoliation Dibantu Oleh Linear Alkylbenzena Sulfonate Dengan Menggunakan Blander*. Yogyakarta: FMIPA UNY
- Hosokawa, M., et al (eds.). (2007). *Nanoparticle Technology Handbook*. Amsterdam: Elsevier.
- Huss, E. & All, F.(2010).Graphene. The Royal Swedish Academy of Science

- Ilhami, M. R., & Susanti, D. (2014). *Pengaruh Massa Zn dan Temperatur Hydrothermal Terhadap Struktur dan Sifat Elektrik Material Graphene*. Teknik Pomits. Vol 3. Hlm. 2.
- Murat, dkk. (2011). *The Synthesis of Graphene Sheets With Controlled Thickness and Order Using Surfactant-Assisted Electrochemical Processes*. Spanyol: Elsevier.
- Naufal, dkk. (2013). *Sejarah Penemuan, Sifat Dan Karakteristik, Teknik Karakterisasi, Metode Sintesis, Serta Aplikasi Graphene*. Jatinangor: Universitas Padjadjaran.
- Novoselov, K.S., Geim, A.K., Morosov, S.V., Jiang, D., Katsnelson, M.I.V. (2004). Electric field effect in stomiclsly thin csrbon films. Science vol 306,666
- Prakoso, Bagas. (2016). *Pengaruh Variasi Lama Waktu Ultrasonikasi Terhadap Spectrum Absorbansi Optic Graphene Oxide (GO) Dari Bahan Pensil 2B Yang Disintesis Menggunakan Metode Elektrolisis*. Yogyakarta: FMIPA UNY
- Seran, Emel. 2011. *Pengertian Dasar Spektrofotometer Vis, UV, UV-Vis*. Diakses dari <https://wanibesak.wordpress.com/2011/07/04/spektrofotometri-sinar-tampa-visible/> pada tanggal 19 april 2017, Jam 20.03 WIB.
- Su,C.Y., Lu, A.Y., Xu, Y., Chen, F.R., Khlobistov, A.N., Li, L.J., (2011). High-Quality Thin Graphene film From Fast Electrochemical Exfoliation. American Social Society VOL. 5 NO. 3 ‘2332-2339’ 2011. Research Center for Applied Sciences, Academia Sinica, Taipei 11529, Taiwan
- Truong & Lee. (2013). *Graphene From Fundamental to Future Application*. South Korea: Chonbuk National University. Widiatmoko 2015
- Wang Shuai, dkk. (2014). *The Effect of Surfactants and Their Concentrations On The Liquid-Exfoliation of Graphene*. Cina: Beijing University. (Octavia, 2014).
- Widyawati, N. (2012). Analisa Pengaruh *Heating Rate* terhadap tingkat Kristal dan Ukuran Butir Lapisan BZT yang Ditumbuhkan dengan Metode *Sol Gel*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Zulianingsih, N. (2012). *Analisa Pengaruh Jumlah Lapisan Tipis BZT yang ditumbuhkan dengan Metode Sol Gel terhadap Ketebalan dan Sifat Listrik (Kurva Histerisis)*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

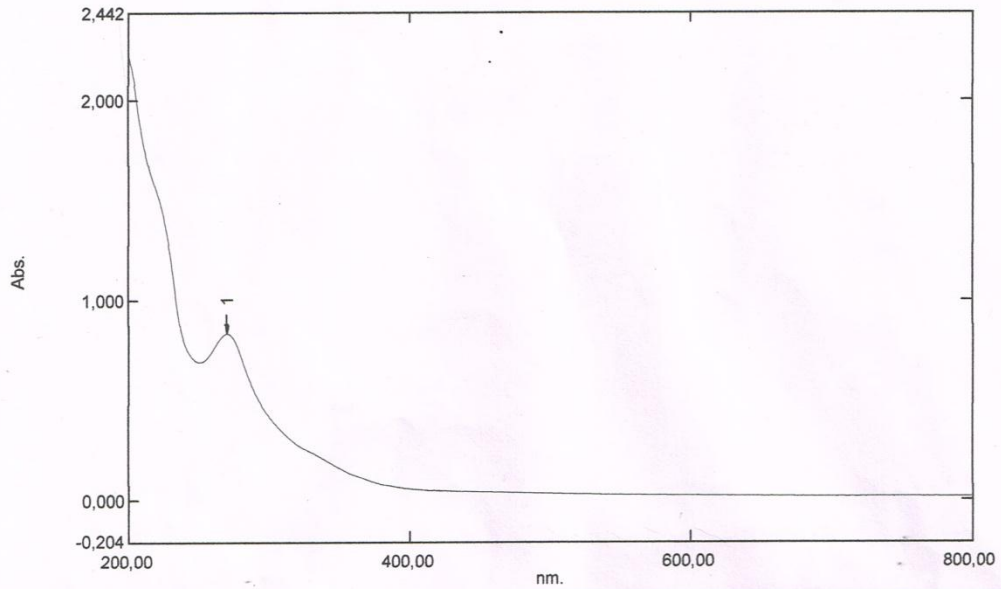
LAMPIRAN

Grafik hasil karakterisasi absorbansi UV-Vis spektrofotometer

Spectrum Peak Pick Report

06/12/2016 10:02:00

Data Set: 0 V.spc - RawData



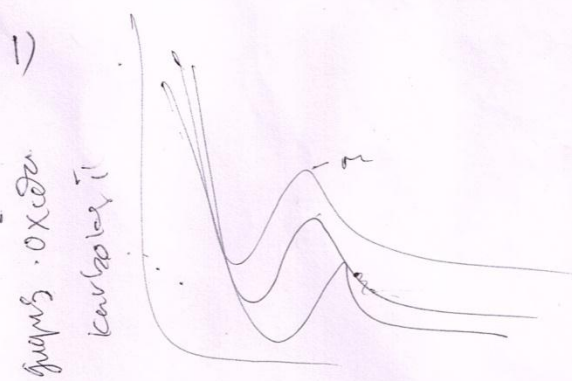
Measurement Properties
 Wavelength Range (nm.): 200,00 to 800,00
 Scan Speed: Fast
 Sampling Interval: 0,5
 Auto Sampling Interval: Enabled
 Scan Mode: Single

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	●	270,00	0,834	

Instrument Properties
 Instrument Type: UV-2400PC Series
 Measuring Mode: Absorbance
 Slit Width: 2,0 nm
 Light Source Change Wavelength: 360,0 nm
 S/R Exchange: Normal

Attachment Properties
 Attachment: None

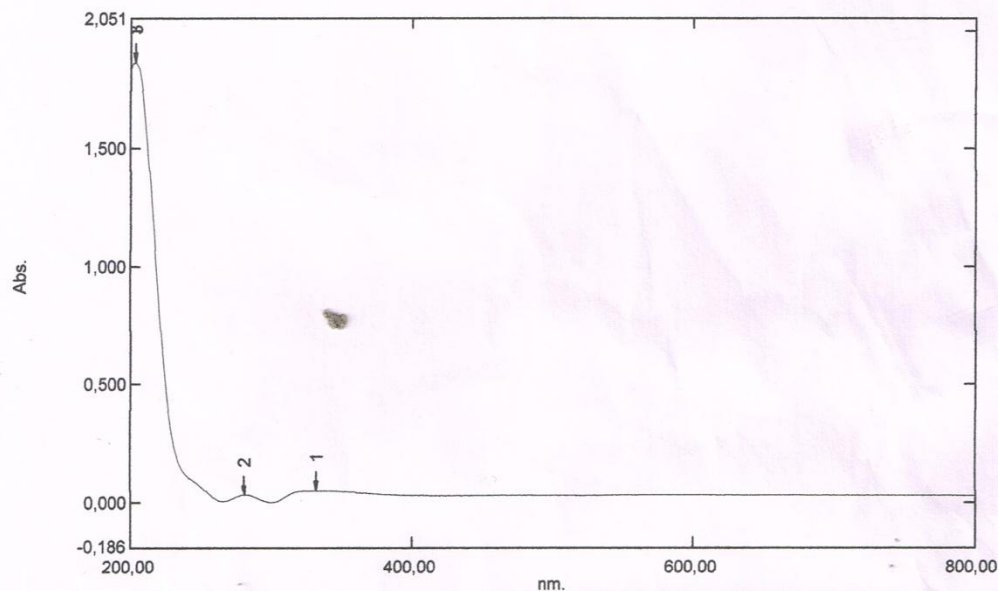
Sample Preparation Properties
 Weight:
 Volume:
 Dilution:
 Path Length:
 Additional Information:



Spectrum Peak Pick Report

24/03/2017 09:49:22

Data Set: 25 V.spc - RawData



Measurement Properties
 Wavelength Range (nm.): 200,00 to 800,00
 Scan Speed: Fast
 Sampling Interval: 0,5
 Auto Sampling Interval: Enabled
 Scan Mode: Single

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	⊕	332,00	0,050	
2	⊕	281,00	0,033	
3	⊕	203,50	1,864	

Instrument Properties
 Instrument Type: UV-2400PC Series
 Measuring Mode: Absorbance
 Slit Width: 2,0 nm
 Light Source Change Wavelength: 360,0 nm
 S/R Exchange: Normal

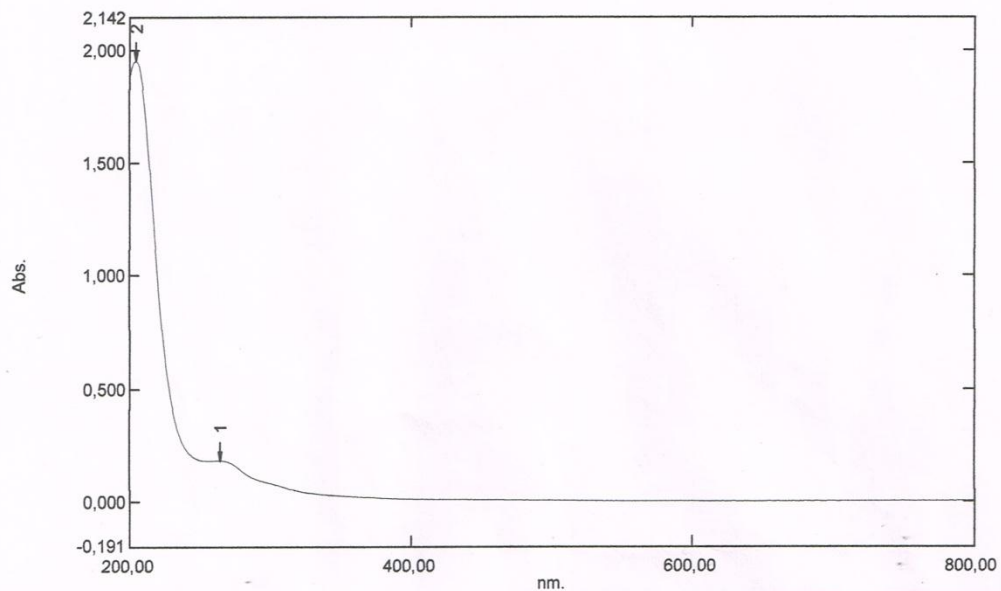
Attachment Properties
 Attachment: None

Sample Preparation Properties
 Weight:
 Volume:
 Dilution:
 Path Length:
 Additional Information:

Spectrum Peak Pick Report

06/12/2016 09:59:51

Data Set: 25 V 1.spc - RawData



Measurement Properties
Wavelength Range (nm.): 200,00 to 800,00
Scan Speed: Fast
Sampling Interval: 0,5
Auto Sampling Interval: Enabled
Scan Mode: Single

Instrument Properties
Instrument Type: UV-2400PC Series
Measuring Mode: Absorbance
Slit Width: 2,0 nm
Light Source Change Wavelength: 360,0 nm
S/R Exchange: Normal

Attachment Properties
Attachment: None

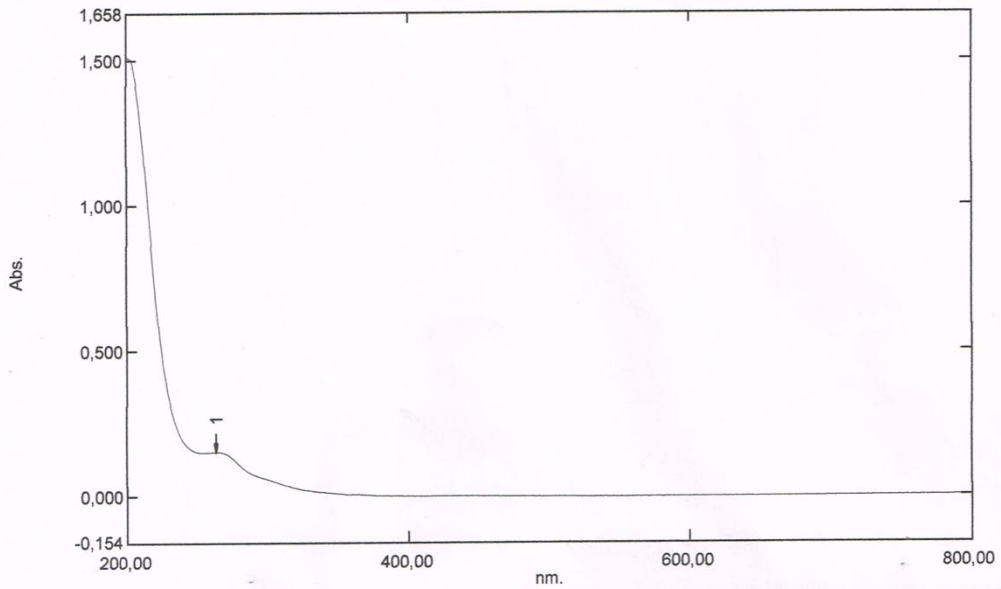
Sample Preparation Properties
Weight:
Volume:
Dilution:
Path Length:
Additional Information:

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	⊕	264,00	0,185	
2	⊕	204,00	1,947	

Spectrum Peak Pick Report

06/12/2016 09:57:42

Data Set: 25 V 2.spc - RawData



Measurement Properties
Wavelength Range (nm.): 200,00 to 800,00
Scan Speed: Fast
Sampling Interval: 0,5
Auto Sampling Interval: Enabled
Scan Mode: Single

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	●	263,00	0,154	

Instrument Properties
Instrument Type: UV-2400PC Series
Measuring Mode: Absorbance
Slit Width: 2,0 nm
Light Source Change Wavelength: 360,0 nm
S/R Exchange: Normal

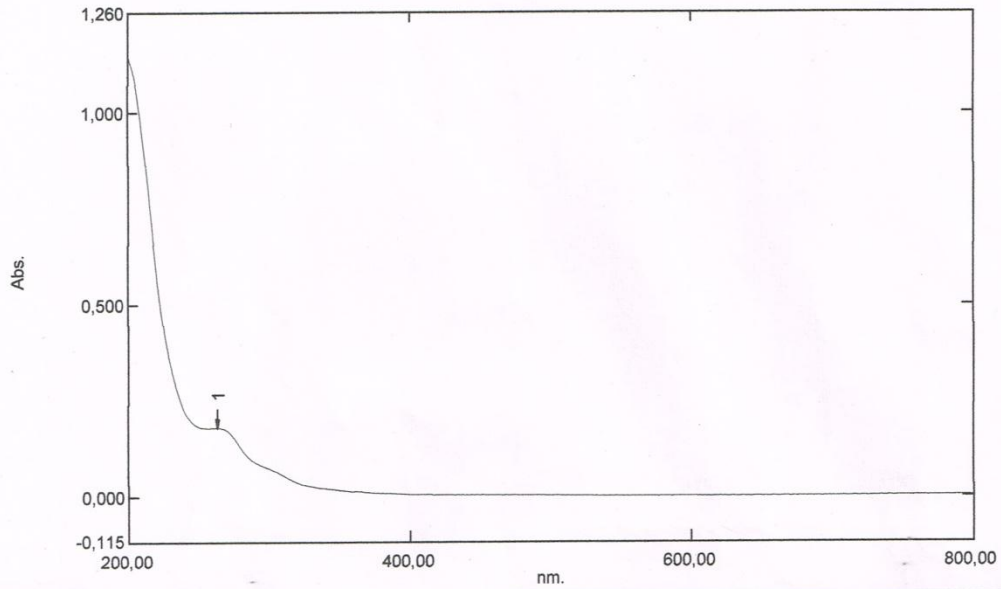
Attachment Properties
Attachment: None

Sample Preparation Properties
Weight:
Volume:
Dilution:
Path Length:
Additional Information:

Spectrum Peak Pick Report

06/12/2016 09:53:06

Data Set: 30 V 1.spc - RawData



Measurement Properties
Wavelength Range (nm.): 200,00 to 800,00
Scan Speed: Fast
Sampling Interval: 0,5
Auto Sampling Interval: Enabled
Scan Mode: Single

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	●	263,00	0,180	

Instrument Properties
Instrument Type: UV-2400PC Series
Measuring Mode: Absorbance
Slit Width: 2,0 nm
Light Source Change Wavelength: 360,0 nm
S/R Exchange: Normal

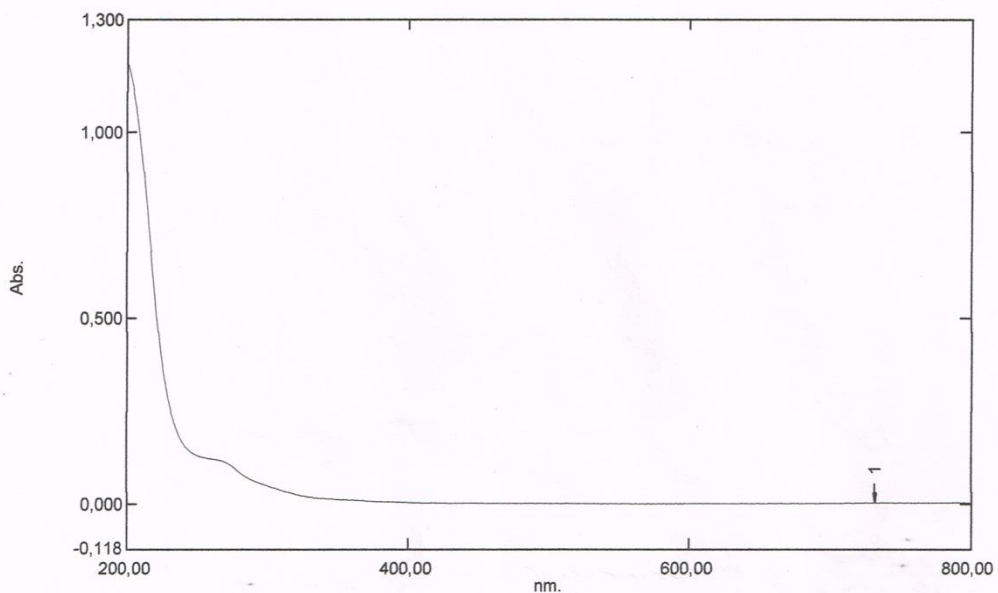
Attachment Properties
Attachment: None

Sample Preparation Properties
Weight:
Volume:
Dilution:
Path Length:
Additional Information:

Spectrum Peak Pick Report

06/12/2016 09:48:43

Data Set: 30 V 2.spc - RawData



Measurement Properties
Wavelength Range (nm.): 200,00 to 800,00
Scan Speed: Fast
Sampling Interval: 0,5
Auto Sampling Interval: Enabled
Scan Mode: Single

Instrument Properties
Instrument Type: UV-2400PC Series
Measuring Mode: Absorbance
Slit Width: 2,0 nm
Light Source Change Wavelength: 360,0 nm
S/R Exchange: Normal

Attachment Properties
Attachment: None

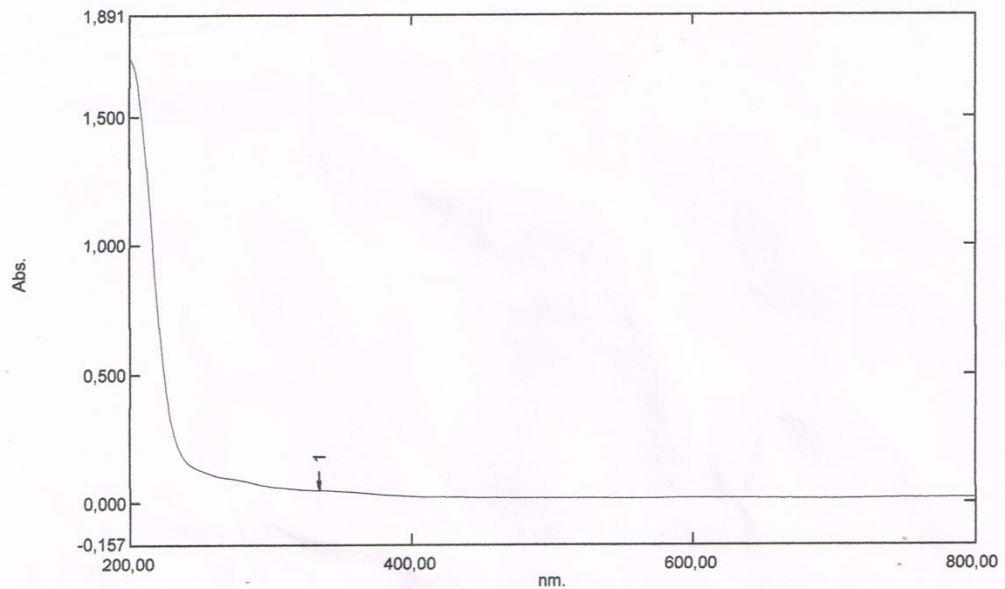
Sample Preparation Properties
Weight:
Volume:
Dilution:
Path Length:
Additional Information:

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	●	732,00	0,003	

Spectrum Peak Pick Report

30/03/2017 09:31:04

Data Set: 30 V.spc - RawData



Measurement Properties
 Wavelength Range (nm.): 200,00 to 800,00
 Scan Speed: Fast
 Sampling Interval: 0,5
 Auto Sampling Interval: Enabled
 Scan Mode: Single

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	Ⓜ	334,00	0,048	

Instrument Properties
 Instrument Type: UV-2400PC Series
 Measuring Mode: Absorbance
 Slit Width: 2,0 nm
 Light Source Change Wavelength: 360,0 nm
 S/R Exchange: Normal

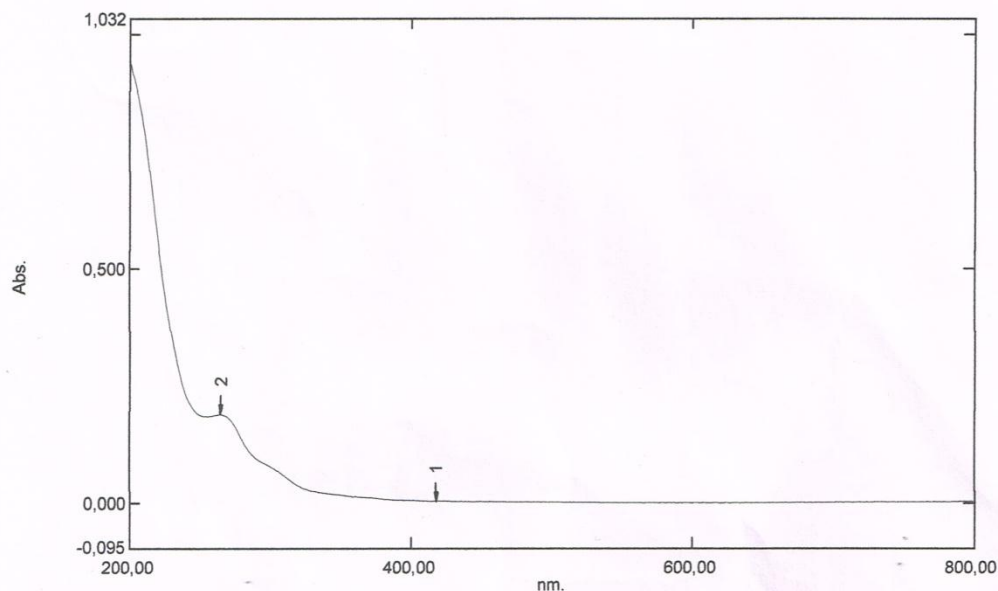
Attachment Properties
 Attachment: None

Sample Preparation Properties
 Weight:
 Volume:
 Dilution:
 Path Length:
 Additional Information:

Spectrum Peak Pick Report

06/12/2016 09:46:17

Data Set: 35 V 3.spc - RawData



Measurement Properties
Wavelength Range (nm.): 200,00 to 800,00
Scan Speed: Fast
Sampling Interval: 0,5
Auto Sampling Interval: Enabled
Scan Mode: Single

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	●	418,00	0,004	
2	●	264,00	0,187	

Instrument Properties
Instrument Type: UV-2400PC Series
Measuring Mode: Absorbance
Slit Width: 2,0 nm
Light Source Change Wavelength: 360,0 nm
S/R Exchange: Normal

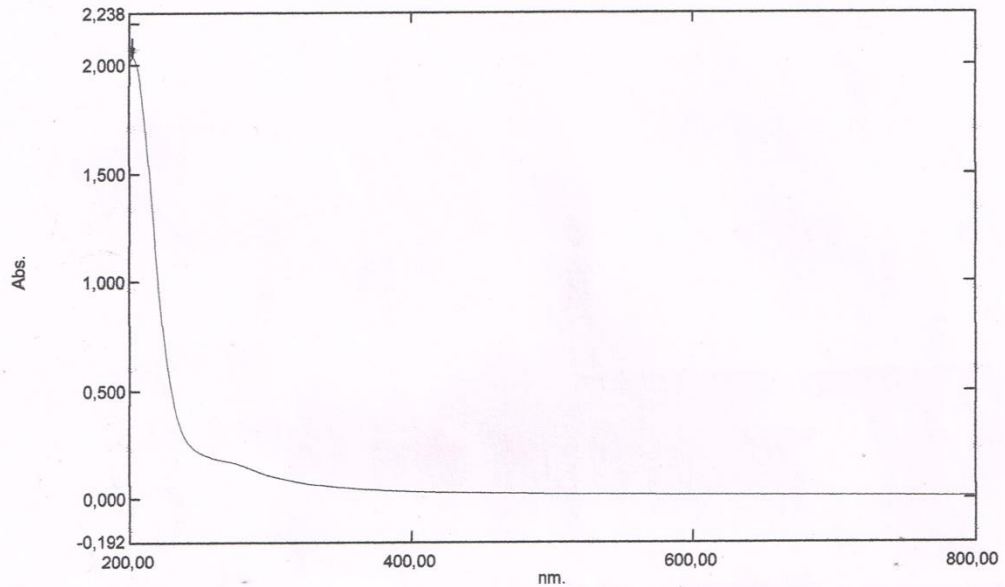
Attachment Properties
Attachment: None

Sample Preparation Properties
Weight:
Volume:
Dilution:
Path Length:
Additional Information:

Spectrum Peak Pick Report

13/03/2017 10:27:41

Data Set: 35 V.spc - RawData



Measurement Properties
Wavelength Range (nm.): 200,00 to 800,00
Scan Speed: Fast
Sampling Interval: 0,5
Auto Sampling Interval: Enabled
Scan Mode: Single

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	Ⓜ	202,50	2,035	

Instrument Properties
Instrument Type: UV-2400PC Series
Measuring Mode: Absorbance
Slit Width: 2,0 nm
Light Source Change Wavelength: 360,0 nm
S/R Exchange: Normal

Attachment Properties
Attachment: None

Sample Preparation Properties
Weight:
Volume:
Dilution:
Path Length:
Additional Information:

DOKUMETASI

