

**PERBEDAAN KARAKTER SAMPEL HASIL PREPARASI DAN SINTESIS
NANOMATERIAL KARBON BERBAHAN DASAR *TRI GRAPHITE* PENSIL
2B FABER CASTELL MENGGUNAKAN METODE *LIQUID MECHANICAL
EXFOLIATION* DIBANTU OLEH *LINEAR ALKYL BENZENE SULFONATE*
DENGAN VARIASI FREKUENSI PUTARAN PENCAMPURAN
BAHAN MENGGUNAKAN *BLENDER***

SKRIPSI

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

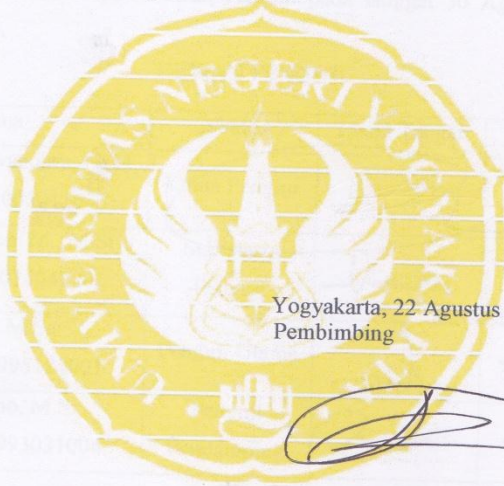


Disusun oleh
LAILA NUR HANIF
12306144017

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2016**

PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul **“Perbedaan Karakter Sampel Hasil Preparasi dan Sintesis Nanomaterial Karbon Berbahan Dasar *Tri Graphite* Pensil 2b Faber Castell Menggunakan Metode *Liquid Mechanical Exfoliation* dibantu oleh *Linear Alkylbenzene Sulfonate* dengan Variasi Frekuensi Putaran Pencampuran Bahan Menggunakan *Blender*”** yang disusun oleh Laila Nur Hanif, NIM 12306144017 ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.



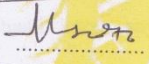
Yogyakarta, 22 Agustus 2016
Pembimbing

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

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Perbedaan Karakter Sampel Hasil Preparasi dan Sintesis Nanomaterial Karbon Berbahan Dasar *Tri Graphite* Pensil 2b Faber Castell Menggunakan Metode *Liquid Mechanical Exfoliation* dibantu oleh *Linear Alkylbenzene Sulfonate* dengan Variasi Frekuensi Putaran Pencampuran Bahan Menggunakan *Blender*” yang disusun oleh Laila Nur Hanif, NIM 12306144017 ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 30 Agustus 2016 dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
W.S. Brams Dwandaru, Ph.D NIP.198001292005011003	Ketua Penguji		10-10-2016
Rida Siti Nur'aeni M., M.Si NIP.198408182014042001	Sekretaris Penguji		6-10-2016
Agus Purwanto, M.Sc NIP.196508131995121001	Penguji Utama		3-10-2016
Yusman Wiyatmo, M.Si NIP.196807121993031004	Penguji Pendamping		4-10-2016

Yogyakarta, 13 Oktober 2016
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,



Dr. Hartono
NIP. 19620329 198702 1 002

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Laila Nur Hanif

NIM : 12306144017

Program Studi : Fisika

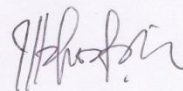
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul : Perbedaan Karakter Sampel Hasil Preparasi dan Sintesis Nanomaterial Karbon Berbahan Dasar *Tri Graphite* Pensil 2B Faber Castell Menggunakan Metode *Liquid Mechanical Exfoliation* dibantu oleh *Linear Alkylbenzene Sulfonate* dengan Variasi Frekuensi Putaran Pencampuran Bahan Menggunakan *Blender*

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar 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 penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 22 Agustus 2016

Yang menyatakan,



Laila Nur Hanif
NIM. 12306144017

MOTTO

*“Hai jama’ah jin dan manusia,
jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi,
maka lintasilah, kamu tidak dapat menembusnya kecuali dengan kekuatan”
(QS. Ar-Rahman : 33)*

*Dengan Cinta hidup menjadi indah,
dengan Ilmu hidup menjadi mudah,
dan dengan Agama hidup menjadi terarah.*

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk

Kedua orangtuaku, Bapak Atok Urohman dan Ibu Endah Sri Umayani

Kakakku, Ahmad Zulkarnaen Wijaya

Adik-adikku, Muammar Husainy dan Azza Nur Mufida

**Perbedaan Karakter Sampel Hasil Preparasi dan Sintesis Nanomaterial
Karbon Berbahan Dasar *Tri Graphite* Pensil 2B Faber Castell Menggunakan
Metode *Liquid Mechanical Exfoliation* dibantu oleh *Linear Alkylbenzene
Sulfonate* dengan Variasi Frekuensi Putaran Pencampuran Bahan
Menggunakan *Blender***

Oleh:
Laila Nur Hanif
NIM. 12306144017

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi frekuensi putaran *blender* dan pengaruh surfaktan jenis LAS pada sampel nanomaterial dengan bahan dasar karbon *tri graphite* pensil 2B Faber Castell menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation* terhadap hasil karakterisasi spektrofotometer UV-Vis, XRD, dan mengetahui bentuk permukaan sampel dengan karakterisasi SEM.

Penelitian dimulai dengan membuat sampel nanomaterial berbahan dasar *tri graphite* pensil 2B Faber Castell yang telah dihaluskan, air, dan surfaktan ke dalam *blender*. Sampel kemudian dicampur dengan memvariasikan frekuensi putaran pada *blender*. Sampel lain yang dibuat adalah sampel tanpa surfaktan dengan perlakuan sama. Sampel kemudian disentrifus dan dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis sedangkan sampel yang dikarakterisasi XRD dan SEM tidak perlu disentrifus.

Hasil penelitian menunjukkan semakin besar frekuensi putaran *blender* maka nilai absorbansi pada karakterisasi spektrofotometer UV-Vis semakin menurun dan nilai *d-spacing* pada karakterisasi XRD semakin membesar. Hasil karakterisasi spektrofotometer UV-Vis pada sampel tanpa surfaktan semakin menurun dengan nilai absorbansi lebih besar daripada sampel dengan surfaktan dan beberapa sampel tidak terjadi absorbansi. Hasil karakterisasi XRD pada sampel tanpa surfaktan memiliki nilai *d-spacing* yang semakin membesar tetapi tidak lebih besar dari nilai *d-spacing* sampel yang menggunakan surfaktan. Hasil karakterisasi SEM menunjukkan sampel memiliki bentuk *flakes* atau kepingan-kepingan tipis dengan permukaan yang tampak terkelupas.

Kata Kunci: nanomaterial, karbon, *graphene*, *liquid mechanical exfoliation*, surfaktan.

**Differences Characters Sample of The Results from Preparation and
Synthesis Carbon Nanomaterial Based of Tri Graphite 2B Pencil Faber Castell
Using Liquid Mechanical Exfoliation Method assisted by Linear Alkylbenzene
Sulfonate with Frequency Variation Round Mixing Materials Using Blender**

By:
Laila Nur Hanif
NIM. 12306144017

ABSTRACT

This research aims to understand the effect of variations in the frequency of rotation blender and the effect of surfactant type of LAS on samples carbon nanomaterial based tri graphite 2B pencil Faber Castell using liquid mechanical exfoliation method of the results of the characterization UV-Vis, XRD, and know the form of the sample surface with SEM.

The study began with a sample of carbon nanomaterial based tri graphite 2B pencil 2B Faber Castell that has been mashed, water, and surfactant in the blender. The sample then mixed with varying the frequency of rotation on blender. Additional samples were made was the sample without surfactant with the same treatment. Samples were then centrifuged and characterized by UV-Vis spectrophotometer while samples were characterized XRD and SEM do not need to be centrifuged.

The results showed that the greater frequency of rotation blender then absorbance value on the characterization of UV-Vis spectrophotometer and the declining value of d-spacing on the characterization of XRD getting bigger. The results of UV-Vis spectrophotometer characterization of the sample without surfactant decreases with absorbance values greater than the sample with surfactant and some samples did not happened absorbance. XRD characterization results on the sample without surfactant has d-spacing values are growing but not greater than the value of d-spacing samples using a surfactant. SEM characterization results showed the samples had the form of flakes or pieces of thin surface that looks chipped.

Keywords: nanomaterial, carbon, graphene, mechanical exfoliation liquid, surfactant.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran 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 **“Perbedaan Karakter Sampel Hasil Preparasi dan Sintesis Nanomaterial Karbon Berbahan Dasar *Tri Graphite* Pensil 2B Faber Castell Menggunakan Metode *Liquid Mechanical Exfoliation* dibantu oleh *Linear Alkylbenzene Sulfonate* dengan Variasi Frekuensi Putaran Pencampuran Bahan Menggunakan *Blender*”** 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:

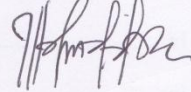
1. Dr. Hartono, selaku Dekan FMIPA UNY atas pemberian fasilitas dan bantuannya untuk memperlancar administrasi tugas akhir.
2. Yusman Wiyatmo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY yang telah memberikan izin dalam pelaksanaan penelitian skripsi.
3. Nur Kadarisman, M.Si., selaku Ketua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

4. Wipsar 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. Sabar Nurohman, M.Pd., 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. Keluargaku yang selalu memberikan doa, nasihat, dan fasilitas untuk keberhasilan penulis, terutama bapak yang sering memberikan solusi dan ide-idenya.
9. Sahabat-sahabatku: Tyas (Jeppo), Padma, Fatya, dan Lala yang selalu memberikan dukungan, bantuan, dan meluangkan waktunya.
10. Teman-teman Fisika E 2012 yang memberikan motivasi, dukungan, dan waktu bersama kalian yang menyenangkan.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan naskah Skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharap saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak untuk penyempurnaan lebih lanjut. Semoga naskah Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya, dan berguna bagi pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 22 Agustus 2016

Penulis,



Laila Nur Hanif
NIM. 12306144017

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah.....	7
E. Tujuan Penelitian	8

F. Manfaat Penelitian	9
-----------------------------	---

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Nanoteknologi.....	11
B. <i>Graphene</i>	13
C. Surfaktan	18
D. Mesin Sentrifus	21
E. Spektrofotometer UV-Vis.....	24
F. <i>X-Rays Diffraction</i>	28
G. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	32
H. Kerangka Berfikir	33

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	35
1. Tempat Penelitian.....	35
2. Waktu Penelitian	36
B. Variabel Penelitian.....	36
1. Variabel Bebas	36
2. Variabel Terikat	36
3. Variabel Kontrol	36
C. Jenis Penelitian.....	37
D. Alat dan Bahan.....	37
1. Alat-alat Penelitian.....	37
2. Bahan-bahan Penelitian	38

E. Langkah Penelitian.....	38
1. Pembuatan sampel nanomaterial karbon dengan LAS menggunakan metode LME dengan variasi frekuensi putaran pencampuran bahan.	38
2. Pembuatan sampel murni cairan Sunlight.....	41
3. Pembuatan sampel murni <i>graphite</i>	41
4. Pembuatan sampel untuk karakterisasi XRD.....	42
5. Pembuatan sampel untuk karakterisasi SEM.....	42
6. Pengujian spektrofotometer UV-Vis.....	43
7. Pengujian XRD	43
8. Pengujian SEM	43
F. Diagram Alir Penelitian	44
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Karakterisasi Spektrofotometer UV-Vis	47
B. Hasil Karakterisasi XRD.....	54
C. Hasil Karakterisasi SEM.....	60
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	64
B. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN.....	69

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur <i>graphene</i>	4
Gambar 2. Perbandingan suatu ukuran partikel dalam skala 1 cm sampai skala 1 nm untuk pengamatan mata lalat dengan perbesaran yang semakin besar. Gambar (a) berskala 1 cm, (b) berskala 100 mikrometer, (c) berskala 10 mikrometer, (d) berskala 1 mikrometer, (e) berskala 100 nm, dan (f) berskala 1 nm.....	12
Gambar 3. Struktur molekul surfaktan	19
Gambar 4. Kotoran terangkat dari permukaan kain oleh surfaktan.....	20
Gambar 5. Instrumen spektrofotometer UV-Vis	25
Gambar 6. (a) Spektrum absorpsi GO dengan variasi KMnO_4 yang didispersi dalam aquades, (b) Spektrum absorpsi GO dengan variasi konsentrasi GO.....	26
Gambar 7. Spektrum absorpsi UV-Vis dengan metode LE	27
Gambar 8. Spektrum absorpsi UV-Vis dengan metode LE dan Elektrolisis	28
Gambar 9. Difraksi Sinar-X	30
Gambar 10. Hasil Karakterisasi SEM reduksi <i>graphene oxide</i> dengan ultrasonikasi.	33
Gambar 11. (a) Batang <i>tri graphite</i> pensil 2B Faber Castell, (b) Batang <i>graphite</i> yang telah dihaluskan menggunakan mortar	39

Gambar 12. (a) Hasil pencampuran bahan dalam <i>blender</i> dengan surfaktan	
(b) Hasil pencampuran bahan dalam <i>blender</i> tanpa surfaktan	40
Gambar 13. Diagram alir penelitian	44
Gambar 14. Larutan sampel dengan variasi frekuensi putaran	48
Gambar 15. Larutan surfaktan murni dengan variasi frekuensi putaran	48
Gambar 16. Hasil terkoreksi untuk variasi frekuensi putaran	49
Gambar 17. Larutan murni <i>graphite</i> dengan variasi frekuensi putaran	49
Gambar 18. Pola XRD pada 2213,4 rpm dengan surfaktan	55
Gambar 19. Pola XRD pada 2213,4 rpm tanpa surfaktan	56
Gambar 20. Pola XRD pada 4973,4 rpm dengan surfaktan	56
Gambar 21. Pola XRD pada 4973,4 rpm tanpa surfaktan	57
Gambar 22. Hasil karakterisasi SEM pada berbagai perbesaran.	
(a) perbesaran 500 kali, (b) perbesaran 2.000 kali,	
(c) perbesaran 5.000 kali, (d) perbesaran 10.000 kali,	
dan (e) perbesaran 20.000 kali.	61

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil <i>d-spacing</i> XRD sintesis <i>graphene</i> pada proses <i>hydrothermal</i> dengan variasi pemberian massa Zn	32
Tabel 2. Puncak absorbansi sampel sebelum terkoreksi	50
Tabel 3. Puncak absorbansi sampel murni surfaktan	50
Tabel 4. Puncak absorbansi sampel setelah terkoreksi.....	51
Tabel 5. Puncak absorbansi sampel tanpa surfaktan	51
Tabel 6. Jarak antar lapisan (<i>d-spacing</i>) pada 2213,4 rpm dengan surfaktan	57
Tabel 7. Jarak antar lapisan (<i>d-spacing</i>) pada 2213,4 rpm tanpa surfaktan	57
Tabel 8. Jarak antar lapisan (<i>d-spacing</i>) pada 4973,4 rpm dengan surfaktan	58
Tabel 9. Jarak antar lapisan (<i>d-spacing</i>) pada 4973,4 rpm tanpa surfaktan	58

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Karakterisasi XRD pada 2213,4 rpm dengan surfaktan.....	69
Lampiran 2. Hasil Karakterisasi XRD pada 2213,4 rpm tanpa surfaktan.....	70
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi XRD pada 4973,4 rpm dengan surfaktan.....	71
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi XRD pada 4973,4 rpm tanpa surfaktan.....	72
Lampiran 5. Hasil SEM-EDS.....	73
Lampiran 6. Hasil karakterisasi SEM perbesaran 500 kali	74
Lampiran 7. Hasil karakterisasi SEM perbesaran 2000 kali	74
Lampiran 8. Hasil karakterisasi SEM perbesaran 5000 kali	75
Lampiran 9. Ukuran partikel hasil karakterisasi SEM pada perbesaran 5000 kali.....	75
Lampiran 10. Hasil karakterisasi SEM perbesaran 10000 kali	76
Lampiran 11. Hasil karakterisasi SEM perbesaran 20000 kali	76

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Teknologi semakin berkembang seiring dengan berlalunya waktu. Penelitian dan penemuan baru terus dihasilkan untuk kesejahteraan manusia. Salah satu penelitian dan penemuan yang terus berkembang dan banyak dilakukan oleh peneliti maupun ilmuwan adalah dalam bidang nanoteknologi. Penelitian mengenai nanoteknologi di Indonesia masih berada dalam masa pertumbuhan, salah satunya dikarenakan penelitian mengenai nanoteknologi membutuhkan biaya yang relatif mahal. Prinsip nanoteknologi sendiri adalah merekayasa sifat-sifat dan performansi material sedemikian rupa sehingga menjadi lebih efektif, efisien, dan berdaya guna lebih dalam skala nanometer. Apabila material dapat dibuat dalam ukuran nanometer maka dapat dihasilkan sifat-sifat baru yang luar biasa. Bidang ilmu material dengan pendekatan berbasis nanoteknologi adalah nanomaterial.

Nanomaterial merupakan material yang mempunyai ukuran dalam skala nanometer yaitu berkisar antara (1-100) nm. Banyak orang tertarik dengan nanomaterial, karena dengan ukuran nano, sifat material lebih menguntungkan daripada ukuran besar. Rekayasa material nanopartikel pada dasarnya adalah rekayasa pengendalian ukuran, bentuk, morfologi, serta penataan material pada ukuran nanometer yang akan menentukan karakteristik

nanomaterial hasil sintesis. Sintesis nanomaterial dapat dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu pendekatan *top-down* dan *bottom-up*.

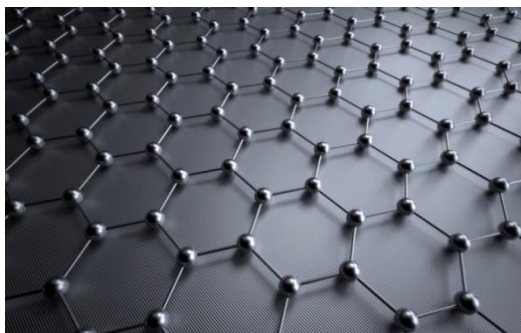
Pendekatan *top-down* merupakan pendekatan dimana material dihancurkan dan dihaluskan sedemikian rupa hingga berukuran nanometer. Pendekatan *top-down* dilakukan dengan teknik MA-PM (*mechanical alloying-powder metallurgy*) atau MM-PM (*mechanical milling-powder metallurgy*). Dalam mekanisme *mechanical alloying*, material dihancurkan hingga menjadi bubuk dan dilanjutkan dengan penghalusan butiran partikelnya sampai berukuran puluhan nanometer. Kemudian, bubuk yang telah halus disintesis hingga didapatkan material akhir.

Pendekatan *bottom-up* merupakan pendekatan dimana material dibuat dengan menyusun dan mengontrol atom demi atom atau molekul demi molekul sehingga menjadi suatu bahan yang memenuhi suatu fungsi tertentu yang diinginkan. Sintesis kemudian dilakukan dengan mereaksikan berbagai larutan kimia dengan langkah-langkah tertentu yang spesifik. Pendekatan *bottom-up* dapat dilakukan dengan berbagai proses diantaranya adalah proses evaporasi, *sputtering*, *chemical vapour deposition* (CVD), dan *metal organic chemical vapour deposition* (MOCVD).

Tahun 2004 Andre K. Geim dan Konstantin Novoselov melakukan sintesis nanomaterial dengan bahan baku *graphite*, isi pensil yang biasa digunakan untuk menulis. Cara membuatnya hanyalah dengan mengupas

graphite menggunakan selotip hingga didapatkan *graphene*. Metode yang digunakan dikenal dengan metode *scotch tape* yang termasuk metode sintesis nanomaterial dengan pendekatan *top-down*. Penemuan inilah yang kemudian menyebabkan mereka mendapatkan hadiah Nobel tahun 2010.

Graphene merupakan suatu material baru berbentuk dua dimensi (2D) yang terdiri atas atom-atom karbon dengan bentuk konfigurasi kisi yang datar, dengan jarak antar atom-atom karbon sebesar 0,142 nm dalam pola heksagonal. Sebagai sebuah material yang benar-benar baru, *graphene* memiliki sifat-sifat yang luar biasa. Sifat-sifat tersebut diantaranya adalah mobilitas elektron yang tinggi mencapai 200.000 cm²/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 tarik 1 TPa atau 200 kali lebih keras dari baja dan 20 kali lebih keras dari berlian. Satu lembar *graphene* dengan luas 1 m² beratnya hanya 0,77 miligram. Sedemikian tipisnya lapisan *graphene* ini sehingga merupakan salah satu contoh dari material berdimensi dua (Naufal dkk, 2013).



Gambar 1. Struktur *graphene*
(<http://cambridgenanosystems.com/>)

Terdapat beberapa metode sintesis *graphene* yang sudah dilakukan, diantaranya adalah metode *chemical vapour deposition* (CVD), *mechanical exfoliation* (ME), reduksi *graphite okside* (rGO), sintesis *graphene* dari molekul organik, elektrolisis, dan masih banyak yang lainnya. Metode *scotch tape* yang pertama kali dilakukan untuk mensintesis *graphene* menghasilkan *graphene* dengan tidak menghilangkan sifat-sifat unggulnya dan memiliki kualitas yang baik, tetapi metode ini belum dapat memproduksi *graphene* dalam jumlah yang besar meskipun biaya yang dibutuhkan relatif murah. Metode CVD memproduksi *graphene* dalam jumlah yang banyak tetapi kualitas *graphene* yang dihasilkan masih di bawah kualitas *graphene* dengan metode ME dan dibutuhkan biaya yang relatif mahal. Karakterisasi *graphene* ada berbagai cara, antara lain menggunakan *transmission electron microscopy* (TEM), *atomic force microscopy* (AFM), *Raman spectroscopy*, *X-Rays diffraction* (XRD), *scanning electron microscopy* (SEM), *ultraviolet-visible*

spectroscopy (spektrofotometer UV-Vis), dan sebagainya. Karakterisasi dilakukan sesuai tujuannya masing-masing.

Mengetahui sifat-sifat *graphene* yang luar biasa, peneliti tertarik untuk mensintesis nanomaterial *graphene* dari material karbon bahan *graphite* isi pensil 2b Faber Castell dan dibantu oleh surfaktan jenis *linear alkylbenzene sulfonate* (LAS) yang terdapat pada cairan pencuci piring Sunlight menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation* dengan pendekatan *top-down*. Dinamakan metode *liquid mechanical exfoliation* karena sampel yang dibuat berada pada fase cair dan dihancurkan atau dihaluskan secara mekanik menggunakan *blender*. Sampel yang sudah dibuat kemudian diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis, XRD, dan SEM.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas dapat diidentifikasi beberapa permasalahan diantaranya adalah:

1. Penelitian mengenai nanoteknologi khususnya di Indonesia masih terbatas karena itu masih perlu dilakukan banyak penelitian.
2. Manfaat material *graphene* sangat besar sekali untuk kesejahteraan manusia sehingga penelitian tentang *graphene* sangat diperlukan.

3. Metode yang digunakan untuk menghasilkan *graphene* memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing sehingga masih dibutuhkan metode-metode lain yang lebih tepat.

C. Batasan Masalah

Dari identifikasi masalah di atas, pada penelitian ini perlu adanya batasan masalah untuk membatasi penelitian. Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Metode sintesis sampel yang dibuat menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation*.
2. Bahan yang digunakan adalah serbuk *tri graphite* pensil 2b Faber Castell.
3. Surfaktan sebagai pensintesis menggunakan jenis LAS yang berasal dari cairan pencuci piring Sunlight.
4. Pencampuran bahan menggunakan *blender*.
5. Karakterisasi material sampel menggunakan spektrofotometer UV-Vis, XRD, dan SEM.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka dapat ditentukan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh frekuensi putaran pencampuran bahan menggunakan *blender* dengan sampel karbon *tri graphite* pensil 2B Faber Castell yang dibantu oleh surfaktan jenis *linear alkylbenzene sulfonate* (LAS) yang disintesis menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation* terhadap hasil karakter spektrofotometer *ultraviolet visible* (UV-Vis) ?
2. Bagaimana pengaruh frekuensi putaran pencampuran bahan menggunakan *blender* dengan sampel karbon *tri graphite* pensil 2B Faber Castell yang dibantu oleh surfaktan jenis *linear alkylbenzene sulfonate* (LAS) yang disintesis menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation* terhadap hasil karakter *X-Rays diffraction* (XRD) ?
3. Bagaimana bentuk permukaan sampel hasil pencampuran bahan karbon *tri graphite* pensil 2B Faber Castell yang dibantu oleh surfaktan jenis *linear alkylbenzene sulfonate* (LAS) dalam *blender* yang disintesis menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation* terhadap hasil karakter *scanning electron microscopy* (SEM) ?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh frekuensi putaran pencampuran bahan menggunakan *blender* dengan sampel karbon *tri graphite* pensil 2B Faber Castell yang dibantu oleh surfaktan jenis *linear alkylbenzene sulfonate* (LAS) yang disintesis menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation* terhadap hasil karakter spektrofotometer *ultraviolet visible* (UV-Vis).
2. Mengetahui pengaruh frekuensi putaran pencampuran bahan menggunakan *blender* dengan sampel karbon *tri graphite* pensil 2B Faber Castell yang dibantu oleh surfaktan jenis *linear alkylbenzene sulfonate* (LAS) yang disintesis menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation* terhadap hasil karakter *X-Rays diffraction* (XRD).
3. Mengetahui bentuk permukaan sampel hasil pencampuran bahan karbon *tri graphite* pensil 2B Faber Castell yang dibantu oleh surfaktan jenis *linear alkylbenzene sulfonate* (LAS) dalam *blender* yang disintesis menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation* terhadap hasil karakter *scanning electron microscopy* (SEM).

1. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa

- a. Mendapatkan informasi baru bahwa sudah ditemukan material berskala nano bernama *graphene* yang memiliki sifat-sifat luar biasa yang berasal dari bahan *graphite*.
- b. Mengetahui metode-metode yang sudah digunakan untuk mensintesis nanomaterial sehingga memberikan motivasi untuk mencari metode-metode lainnya agar dihasilkan nanomaterial baru yang lebih berkualitas.
- c. Memperkenalkan cara mensintesis *graphene* menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation*.
- d. Memberikan informasi hasil pengujian spektrofotometer UV-Vis, XRD dan SEM pada sampel bahan yang sudah disintesis menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation*.
- e. Sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut mengenai sintesis nanomaterial karbon dari bahan *graphite* yang menghasilkan *graphene*.

2. Bagi Universitas

Sebagai referensi penelitian dalam bidang nanoteknologi yang kemudian dapat dikembangkan.

3. Bagi Masyarakat

Penelitian material *graphene* yang terus dikembangkan sehingga mampu dimanfaatkan dan diaplikasikan dalam berbagai bidang.

BAB 11

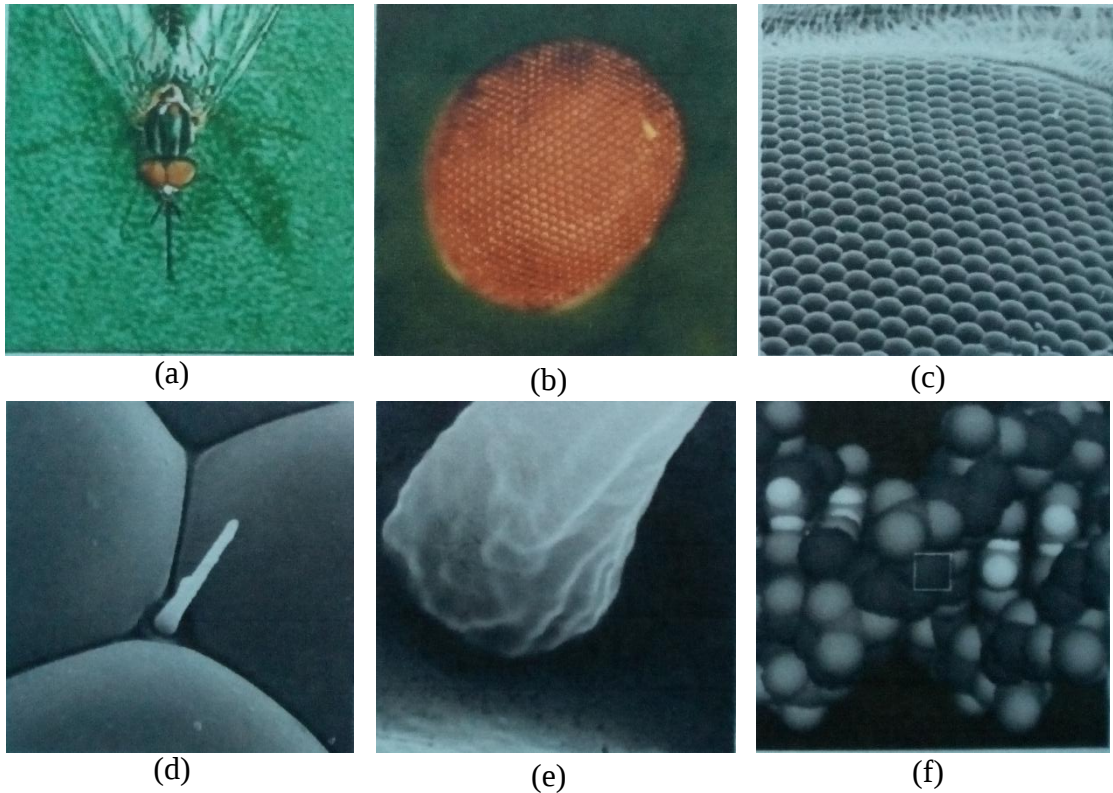
TINJAUAN PUSTAKA

A. Nanoteknologi

Nanoteknologi adalah suatu teknologi yang mampu merekayasa sifat-sifat dan performansi material sedemikian rupa sehingga menjadi lebih efektif, efisien, dan berdaya guna lebih dalam skala nanometer. Menurut Abdullah dan Khairurijjal (2009), nanoteknologi adalah ilmu dan rekayasa dalam penciptaan 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 berbasis nanoteknologi adalah nanopartikel. Nanopartikel adalah partikel yang sangat halus berukuran orde nanometer atau partikel yang ukurannya dalam interval (1-100) nm dan minimal dalam satu dimensi (Hosokawa, 2007: 1). Nanopartikel tersebut dapat berupa logam, oksida logam, semikonduktor, polimer, material karbon, senyawa organik, dan obyek biologi (Nagarajan dan Alan, 2008: 28). Ukuran partikel yang sangat kecil tersebut dimanfaatkan untuk mendesain dan menyusun atau

memanipulasi material sehingga dihasilkan material dengan sifat dan fungsi baru.



Gambar 2. Perbandingan suatu ukuran partikel dalam skala 1 cm sampai skala 1 nm untuk pengamatan mata lalat dengan perbesaran yang semakin besar. Gambar (a) berskala 1 cm, (b) berskala 100 mikrometer, (c) berskala 10 mikrometer, (d) berskala 1 mikrometer, (e) berskala 100 nm, dan (f) berskala 1 nm (Buzea, et al., 2007: 15).

Satu nanometer adalah satu per milyar meter atau 10^{-9} meter. Untuk memperjelas ukuran orde nano, dapat diamati Gambar 2 di atas. Bidang ilmu ini dipandang sebagai cara yang dapat memberi perubahan besar terhadap peradaban manusia di abad ke-21. Sifat elektronik, sifat magnetik, sifat optik, dan reaktivitas katalitik baru akan dijumpai dalam material berukuran skala

nano dimana sifat baru ini tidak dijumpai pada material berukuran 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. Graphene

Graphene merupakan susunan atom-atom karbon *monolayer* dua dimensi yang membentuk struktur kristal heksagonal menyerupai sarang lebah. *Graphene* memiliki sifat unik dan unggul dibandingkan dengan material lain. *Graphene* tidak memiliki *band gap*, mobilitas elektron *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 (3000-10000) cm^2/Vs (Geim, 2007).

Nama *graphene* atau *grafena* berasal dari *graphite* + *ene* (Truong, 2013). *Graphite* sendiri merupakan material yang terdiri dari banyak lembaran *graphene* yang ditumpuk secara bersama (Geim, 2007). Lembaran *graphene* satu dengan lainnya diikat oleh ikatan *van der Waals* (Geim, 2007). Material *graphene* ini pertama kali berhasil disintesis oleh Andre K. Geim dan Konstantin Novoselov pada tahun 2004. Geim dan Novoselov membuat *graphene* dengan cara mengelupas lapisan-lapisan kristalin *graphite* atau karbon hingga skala mikrometer menggunakan selotip (Geim, 2007). Satu

lembar *graphene* teramati menggantung pada substrat silikon oksida dengan mikroskop optik (Geim, 2007). Metode sintesis material *graphene* tersebut dinamakan metode *scotch tape* atau metode *mechanical exfoliation* (Geim, 2007).

Graphene tampak berupa material kristalin berdimensi dua pada suhu kamar memperlihatkan struktur jaringan karbon yang benar-benar teratur dalam dua dimensi yaitu dimensi panjang dan dimensi lebar. Keteraturan yang tinggi bahkan tanpa cacat ini muncul sebagai akibat dari ikatan antar atom karbonnya yang kuat. Unit dasar struktur ini hanya terdiri atas enam atom karbon yang saling bergabung secara kimiawi. Jarak antar atom C-nya sama dengan 0,142 nm. Konfigurasinya menyerupai struktur sarang lebah dengan ketebalan ukuran orde atom. Dalam 1 mm *graphite* terdapat sekitar 3000 lapisan *graphene*. Adapun sifat dan karakteristik *graphene* yang lainnya akan dijelaskan di bawah ini:

1. Memiliki transparansi sangat tinggi. Hal ini disebabkan oleh dimensi *graphene* yang mirip selembar kertas dan ketebalannya yang berorde atom. Namun meskipun memiliki transparansi yang tinggi *graphene* tetap memiliki kerapatan yang cukup tinggi yaitu $0,77 \text{ mg/m}^2$.
2. 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.

3. Ikatan atom karbonnya sangat fleksibel yang memungkinkan jaringannya merenggang hingga 20 % dari ukuran awal.
4. 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*.
5. Tingkat resistivitasnya menuju nol.
6. 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*.
7. Elektron-elektron pada *graphene* berperilaku sebagai partikel cahaya, foton-foton tanpa massa yang dalam keadaan vakum dapat bergerak dengan kecepatan $300.000.000 \text{ m/s}$. 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.

8. 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.
9. Campuran 1% *graphene* dengan bahan plastik dapat membuat bahan plastik bersifat menghantarkan panas. Resistansi plastik akan meningkat sampai 30°C bersamaan dengan meningkatnya kekuatan mekanis. Hal ini memberi peluang untuk menghasilkan material baru yang sangat kuat, tipis, elastis, dan tembus pandang.
10. 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).

Secara garis besar, sintesis material *graphene* dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan metode *top down* dan metode *bottom up* (Truong,

2013). Ada beberapa metode *top down* diantaranya adalah *mechanical exfoliation* (ME), *reduksi graphene oxide* (rGO), *liquid exfoliation* (LE) dan lain sebagainya (Truong, 2013). Berikut beberapa contoh penjelasan sintesis *graphene* menggunakan metode *top down*:

1. *Mechanical exfoliation* (ME)

Metode ME merupakan metode pertama yang dipakai untuk mensintesis *graphene* oleh penemu *graphene* sendiri yaitu Geim dan Novoselov (Lai, dkk, 2012). Metode ME dilakukan dengan cara mengelupas lapisan-lapisan kristalin *graphite* atau karbon hingga skala mikrometer menggunakan selotip (Geim, 2007). Satu lembar *graphene* teramati menggantung pada substrat silikon oksida dengan mikroskop optik (Geim, 2007).

2. *Liquid exfoliation* (LE)

LE adalah salah satu metode sintesis *graphene* dalam fase cair yang menggunakan teknologi surfaktan (Wang, dkk. 2014). Surfaktan berfungsi untuk melemahkan ikatan *van der Waals* antar lembaran *graphene* pada material *graphite*. Pelemahan ini kemudian dapat menyebabkan lembaran-lembaran pada *graphite* saling mengelupas menjadi *graphene*. Metode LE menjadi metode yang efisien karena caranya yang mudah dan murah, namun dapat menghasilkan lembaran *graphene* dengan kualitas yang baik (Wang, dkk. 2014).

Metode *bottom up* adalah metode sintesis *graphene* dengan cara menggabungkan secara langsung atom-atom karbon menjadi *graphene*. Salah satu contoh metode *bottom up* adalah *chemical vapour deposition* (CVD). CVD adalah metode sintesis *graphene* yang menggunakan substrat SiO_2 sebagai media penggabungan atau pertumbuhan atom-atom karbon menjadi *graphene*. Metode ini dapat menghasilkan *graphene* dalam jumlah banyak tetapi kualitasnya tidak sebaik metode lainnya (Ilhami, 2014). CVD juga membutuhkan biaya yang mahal karena menggunakan substrat SiO_2 dan peralatan penunjang yang berteknologi tinggi (Ilhami, 2014).

C. Surfaktan

Surfaktan berasal dari kata *surfactant* yang merupakan kependekan dari *surface active agent*. Surfaktan adalah bahan yang bekerja secara aktif di permukaan. Molekul surfaktan terdiri dari kepala (*head*) dan ekor (*tail*). Bagian kepala bersifat *hydrophilic* (suka air) dan bagian ekor bersifat *hydrophobic* (tidak suka air) (Suparno, 2012).



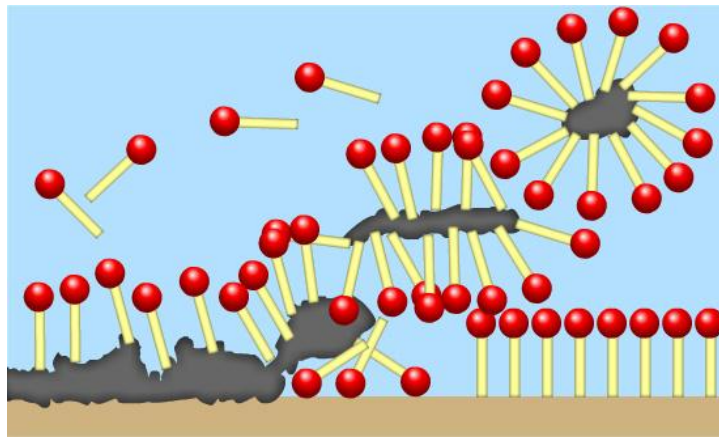
Gambar 3. Struktur molekul surfaktan (Panji, 2014).

Berdasarkan sifatnya, surfaktan diklasifikasikan menjadi empat kelompok, yaitu:

1. Surfaktan anionik, yaitu surfaktan yang *group* hidrofiliknya bermuatan negatif.
2. Surfaktan kationik, yaitu surfaktan yang *group* hidrofiliknya bermuatan positif.
3. Surfaktan nonionik, yaitu surfaktan yang *group* hidrofiliknya tidak bermuatan.
4. Surfaktan amfoterik, yaitu surfaktan yang pada rantai utamanya terdapat muatan positif dan negatif (Suparno, 2012).

Surfaktan merupakan bahan yang memiliki banyak fungsi. Fungsi-fungsi surfaktan diantaranya sebagai bahan pemberi muatan (*charging agent*), bahan pembersih (*cleaning agent*), bahan pengemulsi (*emulsifying agent*), bahan pembuat busa (*foaming agent*), dan bahan pelapis (*coating agent*) (Suparno, 2012).

Pada saat mencuci pakaian, surfaktan bekerja di permukaan kotoran dan permukaan kain (Suparno, 2012). Molekul-molekul surfaktan melakukan proses adsorpsi (penyerapan) ke permukaan kotoran yang berupa *oily soil* (tanah yang berminyak) yang melekat pada kain. Ekor surfaktan masuk ke dalam kotoran dan kepalanya berada di luar menutup seluruh permukaan kotoran (Suparno, 2012). Ekor surfaktan juga masuk ke dalam kain dan kepalanya menutupi permukaan kain, sehingga kepala yang melingkupi kotoran dan kain saling berhadapan (Suparno, 2012).



Gambar 4. Kotoran terangkat dari permukaan kain oleh surfaktan (<http://infotambang.com/>).

Hal tersebut menyebabkan ikatan antara kotoran dengan kain menjadi lemah, sehingga ketika digoyang atau dikucek sedikit saja kotoran terlepas dari kain. Akan tetapi, kejadian tersebut dapat terwujud setelah kain direndam selama waktu tertentu agar surfaktan mendapat kesempatan bekerja. Bila tanpa direndam kain kotor langsung dikucek maka pada hakekatnya yang membersihkan kotoran adalah energi mekanik yang diberikan saat mengucek

sedangkan peran surfaktan kurang maksimal (Suparno, 2012). Surfaktan yang digunakan untuk mencuci pakaian biasanya terdapat pada deterjen. Salah satunya surfaktan jenis *linear alkylbenzene sulfonate* (LAS) yang terdapat dalam cairan pencuci piring Sunlight.

LAS dengan rumus kimia $C_{12}H_{25}C_6H_4-SO_3Na$ merupakan suatu senyawa yang dihasilkan dengan mereaksikan *linear alkylbenzene* ($C_{12}H_{25}C_6H_5$) dan *oleum* ($H_2SO_4 \cdot SO_3$) di dalam reaktor. LAS dalam bidang industri banyak digunakan sebagai bahan aktif pembuatan deterjen sintetis, selain itu juga banyak digunakan sebagai bahan baku pembuat bahan pembersih seperti pembersih lantai, peralatan rumah tangga yang memakai bahan kimia (Rachman, 2015).

LAS merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung berbeda yaitu *hydrophilic* (suka air) dan *hydrophobic* (suka lemak). Bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan (Rachman, 2015).

D. Mesin Sentrifus

Mesin ini merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan organel berdasarkan massa jenisnya melalui proses pengendapan. Dalam prosesnya, digunakan prinsip rotasi atau perputaran tabung yang berisi larutan agar dapat dipisahkan berdasarkan massa jenisnya. Larutan akan terbagi menjadi dua

fase, yaitu supernatan yang berupa cairan dan pelet atau organel yang mengendap. Peralatan sentrifus terdiri dari sebuah rotor atau tempat untuk meletakkan larutan yang akan dipisahkan. Rotor ini nantinya akan berputar dengan cepat sehingga larutan akan terpisah menjadi dua fase. Semakin cepat perputaran yang dilakukan, semakin banyak pula organel sel yang dapat diendapkan begitu juga sebaliknya.

Terdapat dua jenis mesin sentrifus, yaitu sentrifus laboratorium dan sentrifus preparasi.

1. Sentrifus laboratorium

Sentrifus laboratorium digunakan untuk pemisahan dalam skala kecil dan klarifikasi (pemisahan partikel dari cairan). Volume larutan yang dapat dipisahkan oleh perangkat tersebut dalam kisaran (1–5000) ml. Bahan yang disentrifus didistribusikan dalam jumlah yang sesuai dari tabung sentrifus (terlihat seperti tabung reaksi) yang pada gilirannya terpasang secara simetris ke blok berputar yang disebut rotor. Ada dua jenis rotor, rotor sudut tetap dan ayunan keluar rotor. Sebuah rotor sudut tetap memegang sentrifus secara tetap pada sudut tertentu terhadap sumbu rotasi. Gerakan rotor tempat tabung sejajar dengan sumbu rotasi rotor stasioner ketika rotor bergerak. Tabung *swing out* tegak lurus terhadap sumbu rotasi. Ketika tabung sentrifus berputar, aksi sentrifugal menciptakan induksi medan gravitasi dalam arah keluar, relatif terhadap

sumbu rotasi. Hal ini mendorong partikel atau bahan endapan ke bagian bawah tabung. Kelajuan rotasi sentrifus laboratorium berkisar dari (1.000–15.000) rotasi per menit (rpm).

Dalam sentrifus laboratorium terdapat dua macam tipe rotor yang digunakan yaitu *fixed angle rotors* dimana tabung diletakkan dengan sudut tertentu terhadap sumbu rotasi dan *swing out rotors* dimana tabung sejajar dengan sumbu rotasi (saat diam) tetapi ketika rotor bergerak, tabung berayun keluar sehingga mereka sejajar tegak lurus dengan sumbu rotasi.

2. Sentrifus preparatif

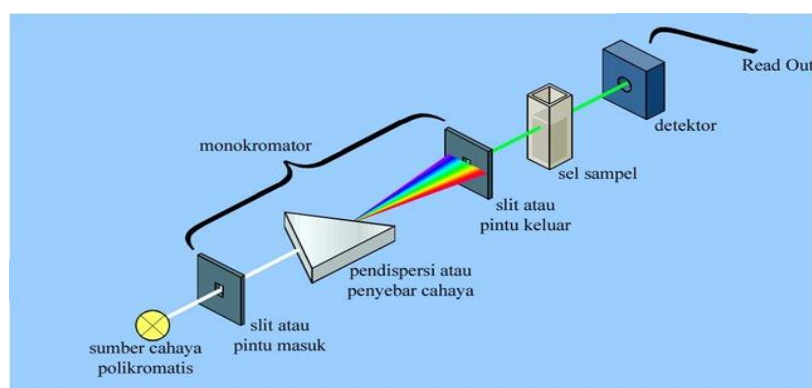
Sentrifus preparatif dapat menangani volume cairan yang secara signifikan lebih besar daripada sentrifus laboratorium. Biasanya volumenya berkisar antara 1 liter hingga mencapai beberapa ribu liter. Sentrifus preparatif memiliki berbagai desain yang fitur umumnya berupa ruang berputar tubular. Larutan yang disentrifus dimasukkan ke dalam alat tersebut sementara supernatan dan endapan dikumpulkan di bawah tabung secara kontinu atau semi-kontinu. Kelajuan untuk sentrifus berkisar dari (500–2000) rpm (Ghosh, 2006). Dalam penelitian ini digunakan mekanisme mesin sentrifus preparatif dengan kecepatan 3000 rpm. Mesin ini merupakan mesin dengan varian lain dari mesin sentrifus preparatif yaitu menyediakan kecepatan yang lebih tinggi.

E. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengkaji sifat absorpsi material dalam rentang panjang gelombang ultraviolet (mulai sekitar 200 nm) hingga mencakup semua panjang gelombang cahaya tampak (sampai sekitar 700 nm). Spektrofotometer ultraviolet-visibel digunakan untuk analisis kualitatif ataupun kuantitatif senyawa. Absorpsi cahaya ultraviolet maupun cahaya tampak mengakibatkan transisi elektron, yaitu perubahan elektron-elektron dari orbital dasar berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi tinggi. Penyerapan radiasi ultraviolet atau sinar tampak bergantung pada mudahnya transisi elektron. Molekul-molekul yang memerlukan lebih banyak energi untuk transisi elektron akan menyerap panjang gelombang yang lebih pendek. Molekul-molekul yang memerlukan energi lebih sedikit akan menyerap panjang gelombang yang lebih panjang (Fessenden dan Fessenden, 2009: 78).

Spektrofotometri merupakan salah satu metode dalam kimia analisis yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel, baik secara kuantitatif dan kualitatif. Metode ini didasarkan pada interaksi antara materi dengan cahaya. Pengertian spektroskopi dan spektrofotometri pada dasarnya sama yaitu pengukuran didasarkan pada interaksi antara materi dengan radiasi elektromagnetik. Namun, pengertian spektrofotometri lebih spesifik atau pengertiannya lebih sempit karena menunjukkan interaksi antara materi dan

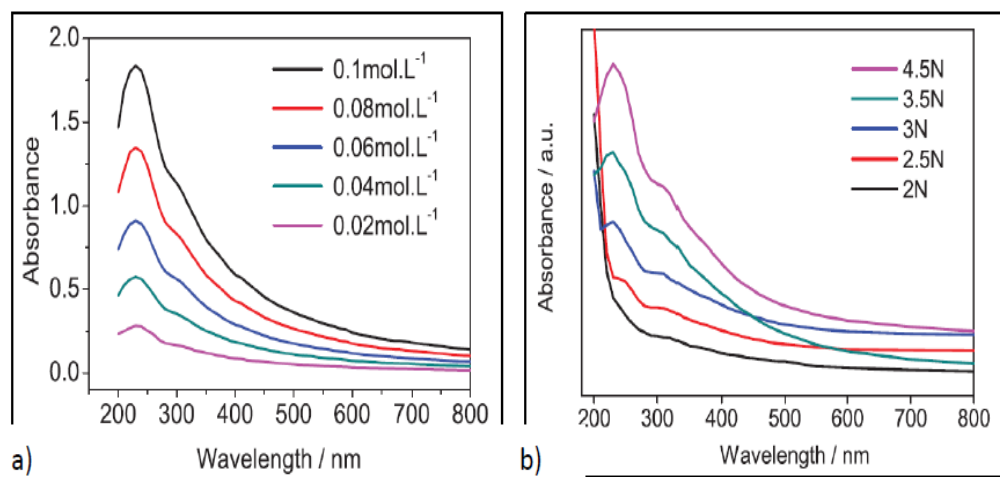
cahaya (baik yang terlihat maupun tidak terlihat). Spektrofotometer adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Secara sederhana, instrumen spektrofotometri yang disebut spektrofotometer terdiri dari: sumber cahaya – monokromator – sel sampel – detektor – *read out* (pembaca). Daerah visibel dari spektrum berada pada rentang panjang gelombang 380 nm (ungu) hingga 740 nm (merah). Salah satu cara untuk mengetahui karakteristik nanopartikel dapat menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Dalam periode waktu yang singkat, spektrofotometer memindai secara otomatis seluruh komponen panjang gelombang dalam daerah tertentu (Bakir, 2011: 10).



Gambar 5. Instrumen spektrofotometer UV-Vis (Seran, 2011)

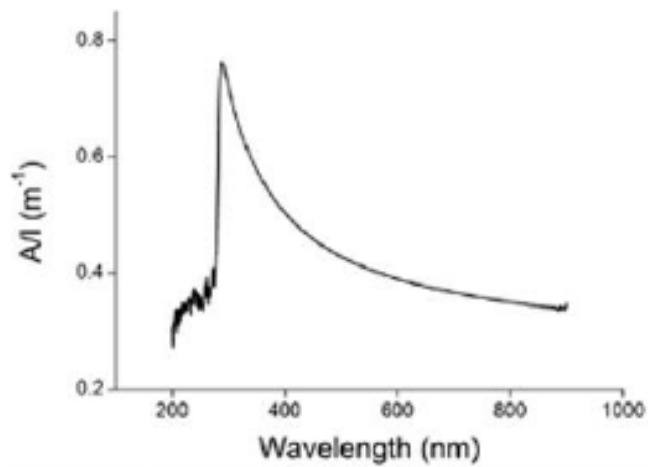
Ketika suatu partikel ditembak dengan sumber cahaya dengan panjang gelombang tertentu, maka cahaya yang mengenai partikel akan diserap pada panjang gelombang tertentu.

Ada beberapa karakterisasi material *graphene* menggunakan UV-Vis yang telah dilakukan dengan metode yang berbeda-beda. Lai dkk (2012) melakukan penelitian mengenai spektrum UV-Vis terhadap sintesis material *graphene* menggunakan metode rGO. Hasil karakterisasinya sebagai berikut:



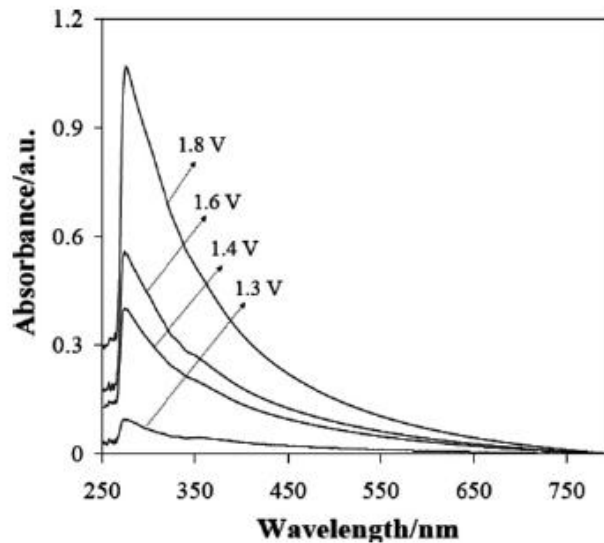
Gambar 6. (a) Spektrum absorpsi GO dengan variasi KMnO_4 yang didispersi dalam aquades, (b) Spektrum absorpsi GO dengan variasi konsentrasi GO (Efelina, 2015).

Puncak diamati pada panjang gelombang sekitar 230 nm dan 310 nm yang merupakan karakter dari *graphene oxide* (Efelina, 2015). Untuk metode LE, Wang (2014) melakukan karakterisasi spektrum UV-Vis yang hasilnya sebagai berikut:



Gambar 7. Spektrum absorpsi UV-Vis dengan metode LE (Wang, dkk. 2014).

Puncak diamati pada panjang gelombang antara 200 nm sampai 400 nm yang merupakan karakter dari *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 sebagai berikut:



Gambar 8. Spektrum absorpsi UV-Vis dengan metode LE dan elektrolisis (Murat, dkk. 2011).

Puncak diamati pada panjang gelombang antara 250 nm sampai 350 nm yang merupakan karakter dari *graphene* atau *graphene oxide* (Murat, dkk. 2011).

F. X-Rays Diffraction

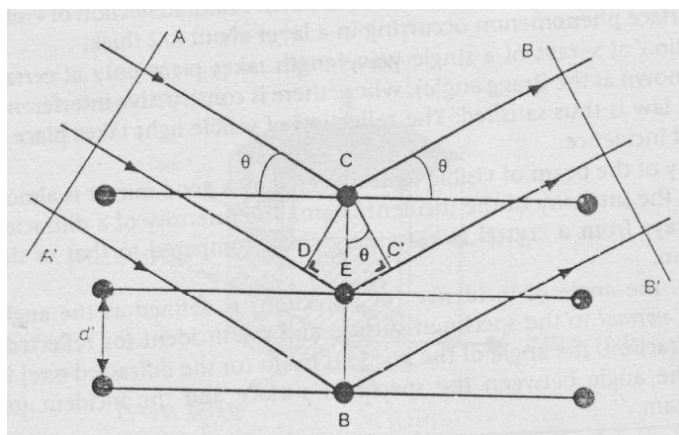
Hamburan sinar-X dihasilkan jika suatu elektroda logam ditembaki dengan elektron-elektron dengan kecepatan tinggi dalam tabung vakum. Suatu kristal dapat digunakan untuk mendifraksi berkas sinar-X dikarenakan orde dari panjang gelombang sinar-X hampir sama atau lebih kecil daripada orde jarak antar atom dalam suatu kristal (Zulianingsih, 2012).

Karakterisasi menggunakan metode difraksi merupakan metode analisis yang penting untuk menganalisis suatu kristal. Karakterisasi XRD

dapat digunakan untuk menentukan struktur kristal menggunakan sinar-X. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan jenis struktur, ukuran butir, dan konstanta kisi. Sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang diantara (400-800) nm (Smallman & Bishop, 1999).

Komponen utama XRD terdiri dari tabung katoda (tempat terbentuknya sinar-X), sampel *holder* dan detektor. XRD memberikan data-data difraksi dan kuantisasi intensitas difraksi pada sudut-sudut dari suatu bahan. Data yang diperoleh dari XRD berupa intensitas sinar-X yang terdifraksi dan sudut-sudut 2θ . Tiap pola yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu (Widyawati, 2012).

Suatu kristal yang dikenai oleh sinar-X tersebut berupa material (sampel), sehingga intensitas sinar yang ditransmisikan akan lebih rendah dari intensitas sinar datang. Berkas sinar-X yang dihamburkan ada yang saling menghilangkan (interferensi destruktif) dan ada juga yang saling menguatkan (interferensi konstruktif). Interferensi konstruktif ini merupakan peristiwa difraksi seperti pada Gambar 9 (Grant & Suryanayana, 1998).



Gambar 9. Difraksi Sinar-X (Grant & Suryanayana, 1998)

Berdasarkan Gambar 9 dapat dituliskan suatu persamaan yang disebut dengan hukum Bragg. Persamaan tersebut adalah $n\lambda = 2d\sin\theta$, dengan λ merupakan panjang gelombang, d adalah jarak antar bidang, n adalah bilangan bulat (1,2,3,...) yang menyatakan orde berkas yang terhambur, dan θ adalah sudut difraksi.

Bentuk keluaran XRD adalah difraktometernya dapat berupa data analog atau digital. Rekaman data analog berupa grafik garis-garis yang terekam per menit, sinkron dengan detektor dalam sudut 2θ per menit, sehingga sumbu x setara dengan sudut 2θ . Sedangkan rekaman digital menginformasikan intensitas sinar X terhadap jumlah intensitas cahaya per detik. Pola difraktogram yang dihasilkan berupa deretan puncak-puncak difraksi dengan intensitas relatif bervariasi sepanjang nilai 2θ tertentu. Besarnya intensitas relatif dari deretan puncak-puncak tersebut bergantung pada jumlah atom atau ion yang ada, dan distribusinya di dalam sel satuan

material tersebut. Pola difraksi setiap padatan kristalin sangat khas, yang bergantung pada kisi kristal, unit parameter, dan panjang gelombang sinar-X yang digunakan. Dengan demikian, sangat kecil kemungkinan dihasilkan pola difraksi yang sama untuk suatu padatan kristalin yang berbeda (Warren, 1969).

Karakterisasi XRD salah satunya adalah untuk mengetahui *d-spacing* dari suatu material. Ilhami & Susanti (2014) melakukan sintesis *graphene* yang dimulai dengan pembuatan perkusor *graphene oxide*. *Graphene oxide* diperoleh dengan menggunakan proses pendispersian *graphite oxide* pada air dengan menggunakan proses ultrasonikasi. Pengelupasan ini dapat terjadi karena adanya gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik merupakan salah satu dari gelombang mekanik dengan *range* frekuensi lebih dari 20.000 Hz sehingga proses pengelupasan dari *graphite oxide* menjadi *graphene oxide* dilakukan secara mekanik.

Jarak antar (*d-spacing*) lapisan pada *graphite oxide* lebih besar dikarenakan adanya penambahan molekul air dan oksigen, sehingga mempermudah terjadinya proses pengelupasan pada *graphite oxide* yang menyebabkan terbentuknya *graphene oxide* (Jiangfeng, dkk. 2010)

Berikut adalah tabel hasil *d-spacing* sintesis *graphene* menggunakan proses *hydrothermal* 200°C dengan variasi pemberian massa Zn yang dilakukan oleh Ilhami & Susanti (2014):

Tabel 1. Hasil *d-spacing* XRD sintesis *graphene* pada proses *hydrothermal* dengan variasi pemberian massa Zn.

Temperatur	Massa Zn	<i>d-spacing</i>
200°C	0,8 gram	3,67919 Å
	1,6 gram	3,72593 Å
	2,4 gram	3,58022 Å

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin banyak pemberian massa Zn maka *d-spacing* yang dihasilkan semakin besar, tetapi berbeda pada pemberian massa Zn 2,4 gram *d-spacing* semakin mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan proses pengoksidasian dari grafit menjadi grafit oksida kurang baik yang mengakibatkan masih ada grafit yang tidak teroksidasi dan pada saat direduksi grafit tidak bereaksi dan menjadi pengotor pada *graphene* (Ilhami & Susanti, 2014).

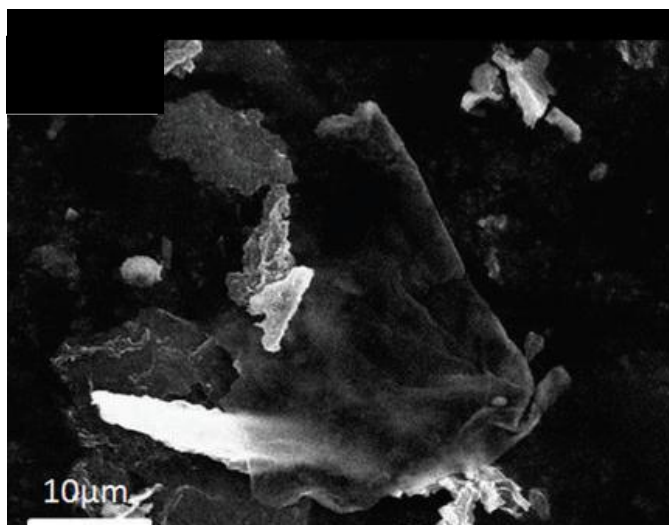
Penelitian lain juga dilakukan oleh Junaidi & Susanti (2004) pada rGO hasil proses *hydrothermal* 12 jam terbentuk *peak* pada $2\theta \sim 24^\circ$ disertai dengan pelebaran *d-spacing* berkisar ~ 3.7 Å, lebih lebar dari *d-spacing* grafit 3.35275 Å. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi pengelupasan lapisan grafit.

G. Scanning Electron Microscopy (SEM)

SEM merupakan alat yang digunakan untuk mengkarakterisasi nanomaterial. Beberapa hal yang dikarakterisasi salah satunya adalah permukaan material. Jadi, setelah material diamati dengan SEM maka akan diperoleh bagaimana bentuk permukaan material tersebut. Pada SEM, permukaan material 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 diterima oleh detektor. Kemudian hasil yang diterima diolah oleh program komputer (Abdullah, 2009).

Vorrada dkk (2013) melakukan preparasi reduksi *graphene oxide* (rGO) yang dikarakterisasi menggunakan SEM. Berikut adalah hasil karakterisasi SEM yang dihasilkan:



Gambar 10. Hasil Karakterisasi SEM reduksi *graphene oxide* dengan ultrasonikasi (Vorrada, dkk. 2013)

H. Kerangka Berfikir

Penelitian ini dimulai dengan membuat sampel berbahan dasar karbon *tri graphite* pensil 2B Faber Castell dengan surfaktan jenis *linear alkylbenzene sulfonate* (LAS) pada cairan pencuci piring Sunlight

menggunakan metode LME. Metode LME (*liquid mechanical exfoliation*) adalah metode dimana sampel dicampur bersama air dan dihancurkan menggunakan *blender*. Pengambilan sampel dilakukan sesuai dengan frekuensi putaran yang terdapat pada *blender*. Sampel-sampel yang telah dibuat kemudian dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis, XRD, dan SEM.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

- a. Sintesis nanomaterial karbon menggunakan metode LME dilakukan di Laboratorium Koloid, Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta (FMIPA UNY).
- b. Pengujian menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilakukan di Laboratorium Kimia lantai 2, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta (FMIPA UNY).
- c. Pengujian menggunakan XRD dilakukan di Laboratorium Kimia lantai 3, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta (FMIPA UNY).
- d. Pengujian menggunakan SEM dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu, Universitas Gadjah Mada (LPPT UGM).

2. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan November 2015 sampai dengan bulan Mei 2016. Sebelum dilakukan penelitian, telah dilakukan studi literatur dan diskusi yang dimulai pada bulan September 2015.

B. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini variabel yang diteliti adalah:

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang menjadi sebab berubahnya suatu variabel lain yaitu variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah frekuensi putaran pencampuran bahan dalam *blender*.

2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi akibat adanya variabel lain yaitu variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil karakter spektrofotometer UV-Vis, XRD, dan SEM.

3. Variabel kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dibuat sama sehingga tidak mempengaruhi variabel terikat. Variabel kontrol dalam penelitian ini antara lain massa *graphite*, jumlah air, banyaknya cairan Sunlight, waktu pencampuran bahan dalam *blender*, dan waktu sentrifus.

C. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen. Eksperimen dilakukan untuk mengetahui pengaruh frekuensi putaran pencampuran bahan menggunakan *blender* dengan sampel karbon *tri graphite* pensil 2B Faber Castell yang dibantu oleh LAS yang terdapat pada cairan pencuci piring Sunlight yang kemudian disintesis menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation* terhadap hasil karakter spektrofotometer UV-Vis, XRD, dan SEM.

D. Alat dan Bahan

1. Alat-alat penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- a. *blender* (1 buah),
- b. gelas ukur (2 buah),
- c. gelas *beaker* (3 buah),
- d. pipet tetes (2 buah),
- e. penumbuk mortar (1 buah),
- f. timbangan digital (1 buah),
- g. tabung reaksi (15 buah),
- h. kaca preparat (4 buah),
- i. penggaris (1 buah),
- j. *cutter* (1 buah),

- k. oven (1 buah),
- l. sentrifus (1 buah),
- m. spektrofotometer UV-Vis (1 buah),
- n. SEM (1 buah),
- o. XRD (1 buah).

2. Bahan-bahan penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- a. *graphite* dari batang pensil *tri graphite* pensil 2B Faber Castell (24 gram),
- b. cairan Sunlight (12 ml),
- c. air (900 ml).

E. Langkah Penelitian

1. Pembuatan sampel nanomaterial karbon dengan LAS menggunakan metode LME dengan variasi frekuensi putaran pencampuran bahan.

- a. Menumbuk *graphite* isi batang pensil 2B Faber Castell menggunakan penumbuk mortar sehalus mungkin.



Gambar 11. (a) Batang *tri graphite* pensil 2B Faber Castell, (b) Batang *graphite* yang telah dihaluskan menggunakan mortar.

- b. Menimbang *graphite* yang telah dihaluskan sebanyak 4 gram menggunakan timbangan digital.
- c. Mengukur air sebanyak 100 ml menggunakan gelas ukur.
- d. Mengukur cairan Sunlight 2 ml menggunakan gelas ukur.
- e. Menuangkan serbuk *graphite*, air, dan cairan Sunlight ke dalam *blender*.
- f. Menyalakan *blender* pada frekuensi putaran 1567,2 rpm dan mematikannya setelah 10 menit.



(a)



(b)

Gambar 12. (a) Hasil pencampuran bahan dalam *blender* dengan surfaktan, (b) Hasil pencampuran bahan dalam *blender* tanpa surfaktan.

- g. Menuangkan isi *blender* ke dalam gelas *beaker*.
- h. Mengambil sampel dari gelas *beaker* menggunakan pipet ke dalam 3 tabung reaksi dengan masing-masing tabung sebanyak 4 ml.
- i. Mengulangi langkah di atas dengan menyalakan *blender* pada frekuensi putaran 2213,4 rpm kemudian frekuensi putaran 4973,4 rpm.
- j. Melakukan sentrifus pada kecepatan 3000 rpm selama 20 menit sebanyak 12 kali.
- k. Membuang endapan dalam cairan setelah sentrifus sebanyak 4 kali.

2. Pembuatan sampel murni cairan Sunlight

- a. Mengukur air 100 ml menggunakan gelas ukur.
- b. Mengukur cairan Sunlight 2 ml menggunakan gelas ukur.
- c. Menuangkan air dan cairan Sunlight ke dalam *blender*.
- d. Menyalakan *blender* pada frekuensi putaran 1567,2 rpm dan mematkannya setelah 10 menit.
- e. Mengambil sampel dari *blender* menggunakan pipet ke dalam tabung reaksi.
- f. Mengulangi langkah di atas dengan menyalakan *blender* pada frekuensi putaran 2213,4 rpm kemudian frekuensi putaran 4973,4 rpm.
- g. Melakukan 1 kali sentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit.

3. Pembuatan sampel murni *graphite*

- a. Mengukur air 100 ml menggunakan gelas ukur.
- b. Menimbang serbuk *graphite* sebanyak 4 gram menggunakan timbangan digital.
- c. Menuangkan air dan serbuk *graphite* ke dalam *blender*.
- d. Menyalakan *blender* pada frekuensi putaran 1567,2 rpm dan mematkannya setelah 10 menit.
- e. Mengambil sampel dari *blender* menggunakan pipet ke dalam tabung reaksi.

- f. Mengulangi langkah di atas dengan menyalakan *blender* pada frekuensi putaran 2213,4 rpm kemudian frekuensi putaran 4973,4 rpm.
- g. Melakukan sentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit sebanyak 3 kali.

4. Pembuatan sampel untuk karakterisasi XRD

- a. Mengambil endapan sampel pada frekuensi putaran 2213,4 rpm dan meratakannya di atas kaca preparat.
- b. Memanaskan sampel menggunakan oven pada suhu 200 °C selama 30 menit.
- c. Mengulangi langkah di atas menggunakan sampel nanomaterial pada frekuensi putaran 4973,4 rpm dan sampel murni *graphite* pada frekuensi putaran 2213,4 rpm maupun 4973,4 rpm.

5. Pembuatan sampel untuk karakterisasi SEM

- a. Mengukur kaca preparat dengan panjang 0,5 cm dan lebar 0,5 cm menggunakan penggaris dan memotongnya dengan *cutter*.
- b. Mengambil satu sampel pada frekuensi putaran 2213,4 rpm dan meratakannya pada permukaan preparat yang telah dipotong.
- c. Memanaskan sampel dengan menggunakan oven pada suhu 200°C dan mematikannya setelah 30 menit.

6. Pengujian spektrofotometer UV-Vis

Sampel hasil sintesis nanomaterial kemudian diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Sampel yang digunakan untuk pengujian adalah larutan yang telah disentrifus dan sudah dipisahkan dari endapannya. Pengujian dilakukan untuk mengetahui panjang gelombang serapan dan absorbansi pada sampel larutan.

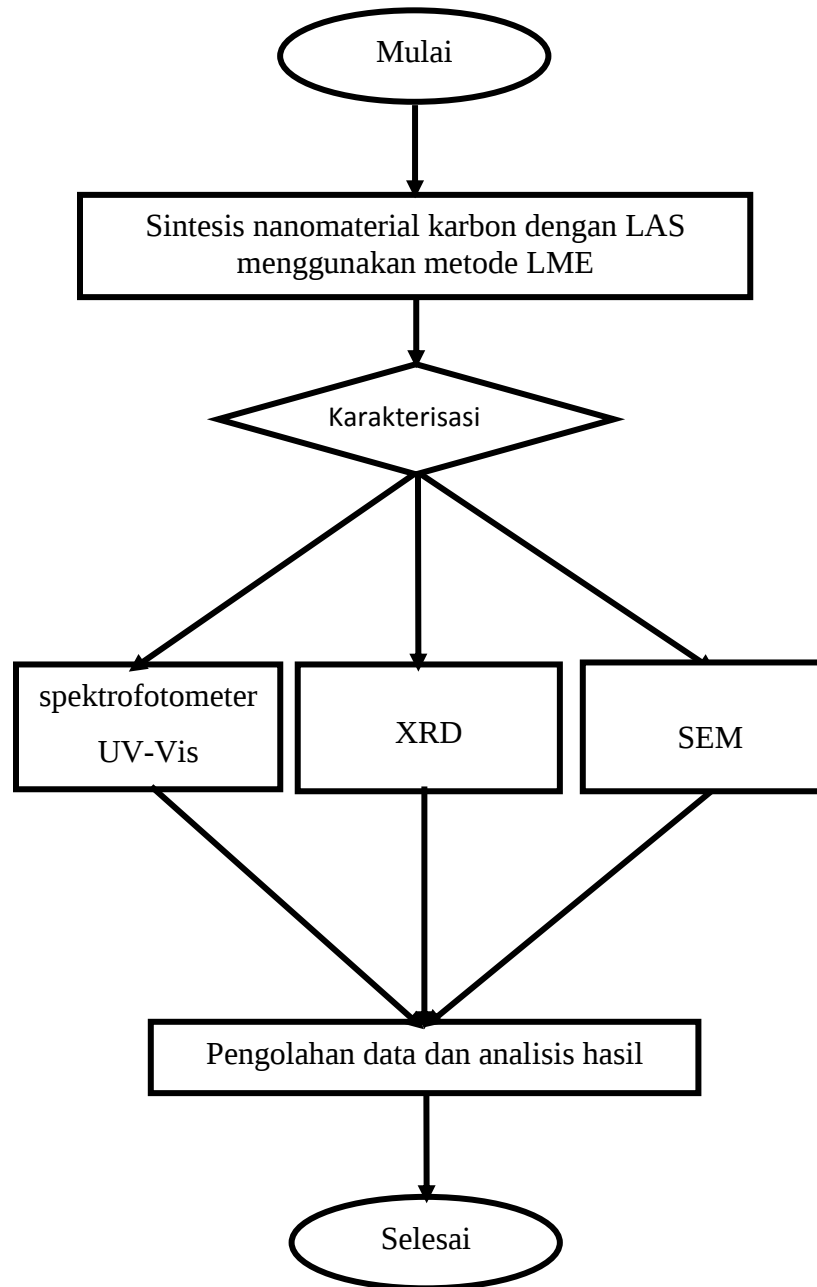
7. Pengujian XRD

Sampel yang telah dibuat untuk keperluan karakterisasi XRD kemudian diuji menggunakan XRD. Pengujian dilakukan untuk mengetahui jarak antar lapisan (*d-spacing*) sampel.

8. Pengujian SEM

Satu sampel hasil sintesis yang telah dibuat diuji menggunakan SEM. Pengujian dilakukan untuk mengetahui bentuk permukaan sampel.

F. Diagram Alir Penelitian



Gambar 13. Diagram alur penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Graphene merupakan lembaran-lembaran penyusun material *graphite* dan merupakan alotrop karbon. Beberapa metode telah dilakukan untuk menghasilkan *graphene singlelayer* (satu lembar) maupun *graphene multilayer* (beberapa lembar). Telah diketahui bahwa *graphene* memiliki sifat-sifat yang luar biasa, maka dalam penelitian ini akan dibahas mengenai metode lain yang akan digunakan untuk membuat material *graphite* mengelupas menjadi *graphene*.

Liquid mechanical exfoliation (LME) adalah metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk menghasilkan *graphene*. Metode ini menggunakan surfaktan jenis *linear alkylbenzene sulfonate* (LAS) dengan rumus kimia ($C_{12}H_{25}C_6H_4-SO_3Na$) yang terdapat dalam cairan pencuci piring Sunlight dan memiliki fungsi untuk melemahkan ikatan *van der Waals* pada material *graphite*. Bahan dasar yang digunakan adalah *tri graphite* yang terdapat pada pensil 2B Faber Castell. Bahan tersebut kemudian dicampur dengan surfaktan jenis LAS beserta air sehingga inilah yang kemudian disebut *liquid* dalam metode yang digunakan. Campuran bahan tersebut kemudian dicampur bersama dengan menggunakan *blender*, maka metode *liquid mechanical exfoliation* dapat diartikan sebagai metode pengelupasan *graphite* menjadi *graphene*

dalam fase cair dengan bantuan surfaktan dan dicampur maupun dihancurkan dengan pisau pada *blender* untuk menghasilkan *graphene*.

Komposisi sampel yang digunakan adalah 4 gram *graphite* yang telah dihaluskan, 2 ml cairan Sunlight, dan 100 ml air untuk satu sampel yang dibuat. Dalam penelitian ini dibuat tiga sampel dengan masing-masing sampel dicampur bersama dengan memvariasikan frekuensi putaran *blender* Miyako BL-151 dengan waktu konstan selama sepuluh menit. Frekuensi *blender* diukur menggunakan alat *stroboscope* dengan frekuensi putaran pertama sebesar 1567,2 rotasi per menit (rpm) dengan frekuensi sebesar 26,12 Hz, frekuensi putaran kedua sebesar 2213,4 rpm dengan frekuensi sebesar 36,89 Hz, dan frekuensi putaran ketiga sebesar 4973,4 rpm dengan frekuensi sebesar 82,89 Hz.

Ketiga sampel tersebut kemudian dilakukan proses sentrifus untuk memisahkan endapan dengan supernatannya. Sentrifus dilakukan selama 12 kali dengan masing-masing sentrifus selama 20 menit. Jumlah lamanya proses sentrifus diperoleh setelah karakterisasi spektrofotometer UV-Vis yang menunjukkan hubungan antara panjang gelombang dengan absorbansi, dimana untuk sentrifus kurang dari 12 kali dengan waktu tersebut tidak dapat dihasilkan puncak-puncak absorbansi dikarenakan sampel masih terlalu pekat.

Karakterisasi sampel lain yang dilakukan adalah karakterisasi XRD dan SEM. Karakterisasi XRD dan SEM dilakukan setelah proses pencampuran bahan dengan sampel tidak perlu disentrifus, sampel cukup diratakan pada kaca preparat dan

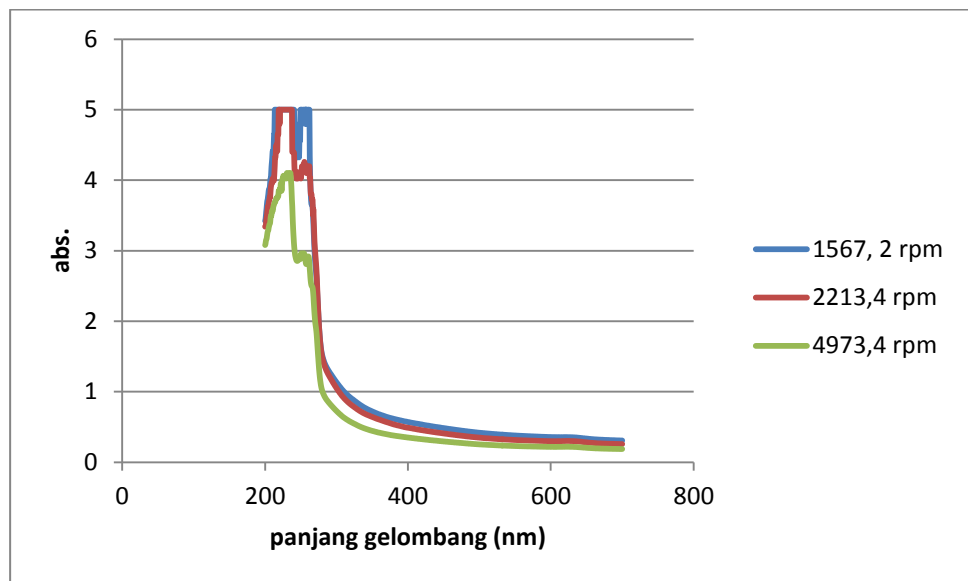
dipanaskan dalam oven dengan suhu 200°C selama 30 menit. Sampel XRD kemudian dibuat serbuk dan sampel SEM tetap menempel pada kaca preparat. Kaca preparat untuk karakterisasi SEM hanya seluas 0,5 cm². Sampel yang digunakan untuk karakterisasi XRD adalah sampel dengan frekuensi 2213,4 rpm dan 4973,4 rpm sedangkan sampel untuk karakterisasi SEM adalah sampel dengan frekuensi putaran 2213,4 rpm.

Setelah sampel-sampel tersebut dibuat, maka dibuat pula sampel-sampel sebagai perbandingan dengan tanpa surfaktan. Pembuatan sampel tersebut masih dengan komposisi dan perlakuan yang sama dengan sampel-sampel yang telah dibuat sebelumnya. Untuk karakterisasi SEM tidak dilakukan perbandingan.

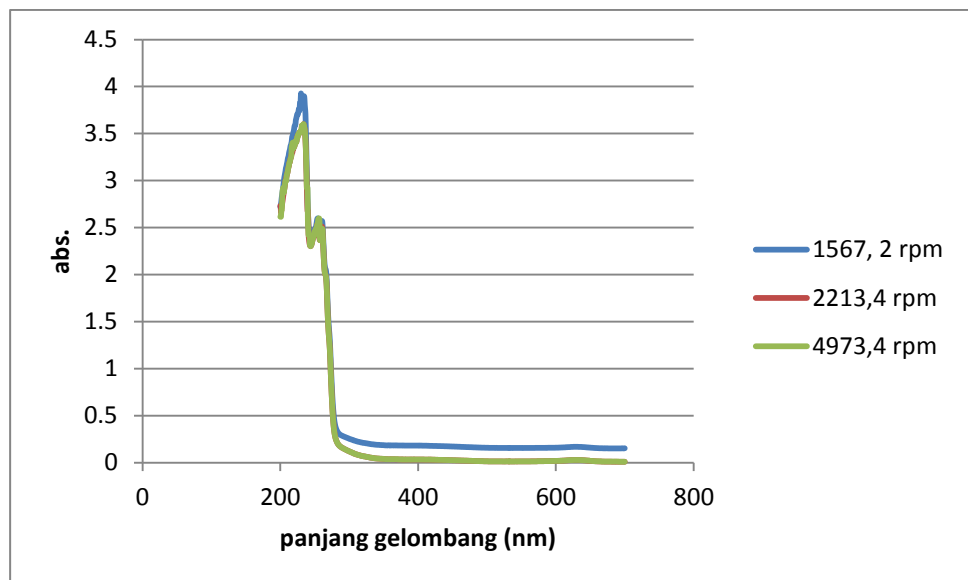
Sampel lain yang dibuat adalah sampel murni surfaktan atau tanpa menggunakan bahan utama *graphite*. Tujuan dari pembuatan sampel murni Sunlight adalah untuk koreksi grafik hasil spektrofotometer UV-Vis.

A. Hasil Karakterisasi Spektrofotometer UV-Vis

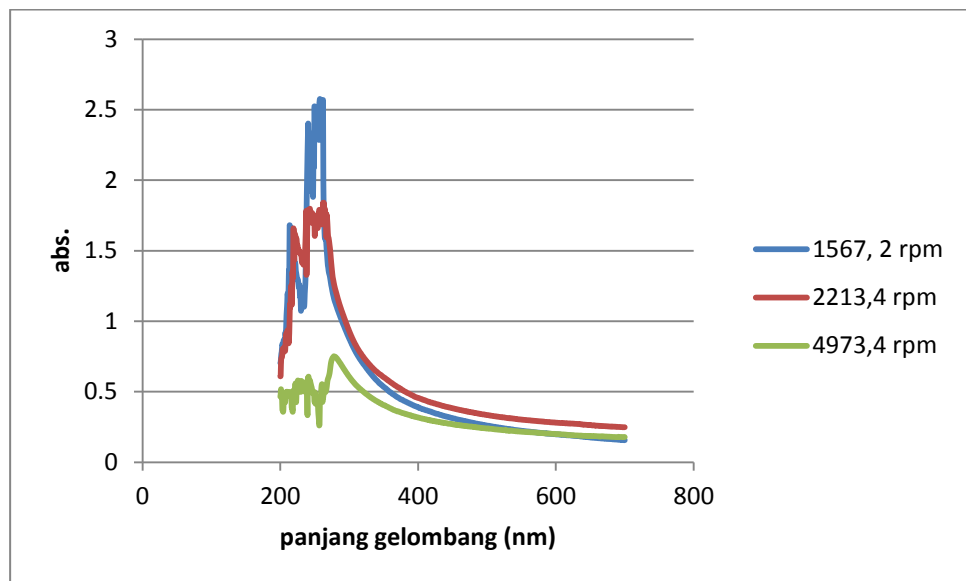
Karakterisasi spektrofotometer UV-Vis menunjukkan hubungan antara panjang gelombang dalam nanometer dengan besarnya absorbansi larutan yang diuji. Karakterisasi spektrofotometer UV-Vis dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya *graphene* baik *singlelayer* maupun *multilayer* dengan variasi frekuensi putaran *blender* sebesar 1567,2 rpm; 2213,4 rpm; dan 4973,4 rpm. Hasil karakterisasi spektrofotometer UV-Vis dapat dilihat pada Gambar 14 sampai 17.



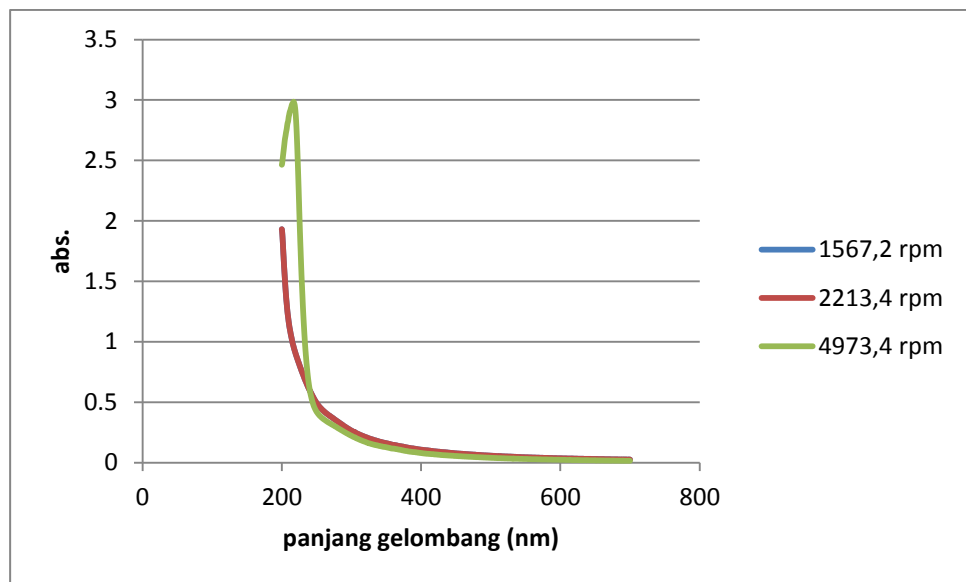
Gambar 14. Larutan sampel dengan variasi frekuensi putaran



Gambar 15. Larutan surfaktan murni dengan variasi frekuensi putaran



Gambar 16. Hasil terkoreksi untuk variasi frekuensi putaran



Gambar 17. Larutan murni *graphite* dengan variasi frekuensi putaran

Grafik Gambar 14 merupakan grafik hasil sampel yang telah dibuat, grafik Gambar 15 merupakan sampel murni surfaktan tanpa *graphite*, grafik Gambar 16 merupakan hasil terkoreksi sampel yang nilai absorbansinya sudah

dikurangkan antara Gambar 14 dengan Gambar 15 dan grafik Gambar 17 adalah sampel murni *graphite* tanpa menggunakan surfaktan. Berikut adalah tabel absorbansi pada panjang gelombang tertentu dari sampel-sampel yang telah dibuat:

Tabel 2. Puncak absorbansi sampel sebelum terkoreksi

1567,2 rpm		2213,4 rpm		4973,4 rpm	
λ (nm)	Absorbansi	λ (nm)	Absorbansi	λ (nm)	Absorbansi
626,50	0,225	624,00	0,295	623,50	0,219
260,50	3,848	254,50	4,260	260,50	2,919
254,00	3,927	246,00	4,198	250,00	2,964
237,50	5,000	235,50	4,648	230,50	4,102
		232,00	4,648		

Tabel 3. Puncak absorbansi sampel murni surfaktan

1567,2 rpm		2213,4 rpm		4973,4 rpm	
λ (nm)	Absorbansi	λ (nm)	Absorbansi	λ (nm)	Absorbansi
629,50	0,028	630,00	0,168	623,50	0,219
416,50	0,033	360,50	0,184	360,50	0,184
360,50	0,037	260,50	2,571	260,50	2,597
260,50	2,512	254,00	2,597	254,00	2,539
254,00	2,539	234,50	3,898	233,00	3,512
233,50	3,599				

Tabel 4. Puncak absorbansi sampel setelah terkoreksi

1567,2 rpm		2213,4 rpm		4973,4 rpm	
λ (nm)	Absorbansi	λ (nm)	Absorbansi	λ (nm)	Absorbansi
237,50	1,589	232,00	1,440	230,50	0,577
		235,50	1,464	250,00	0,425

Tabel 5. Puncak absorbansi sampel tanpa surfaktan

1567,2 rpm		2213,4 rpm		4973,4 rpm	
λ (nm)	Absorbansi	λ (nm)	Absorbansi	λ (nm)	Absorbansi
-		-		217	2,986

Puncak diamati pada panjang gelombang antara 230 nm sampai 310 nm yang merupakan karakteristik *graphene oxide* atau *graphene multilayer* (Efelina, 2015).

Tabel 2 merupakan hasil absorbansi sampel dengan variasi frekuensi putaran pencampuran bahan. Pada sampel dengan variasi frekuensi putaran 1567,2 rpm terdapat empat puncak absorbansi antara lain terjadi pada panjang gelombang 626,50 nm; 260,50 nm; 254,00 nm; 237,50 nm dengan masing-masing nilai absorbansi sebesar 0,225; 3,848; 3,927; dan 5,000. Sampel dengan variasi frekuensi putaran 2213,4 rpm terdapat puncak absorbansi pada panjang gelombang 624,00 nm; 235,50 nm dan 232,00 nm dengan masing-masing nilai absorbansi 0,295; 4,648 dan 4,648, sedangkan pada frekuensi 4973,4 rpm terjadi empat puncak absorbansi pada panjang gelombang 623,50 nm; 260,50 nm;

250,00 nm dan 230,50 nm dengan masing-masing absorbansi pada nilai 0,219; 2,919; 2,964, dan 4,102. Karakter *graphene oxide* atau *graphene multilayer* berada pada rentang panjang gelombang 230 nm sampai 310 nm, maka pada absorbansi yang terjadi untuk panjang gelombang yang lebih dari 310 nm adalah bukan *graphene oxide* maupun *graphene multilayer*.

Tabel 3 adalah hasil absorbansi pada sampel murni surfaktan. Nilai absorbansi yang terjadi menunjukkan bahwa adanya penyerapan oleh partikel surfaktan. Dengan kata lain penyerapan yang terjadi diakibatkan oleh adanya partikel surfaktan saja karena sampel murni menggunakan surfaktan. Sampel ini dibuat untuk koreksi sampel nanomaterial yang dibuat. Koreksi dilakukan dengan cara mengurangi nilai absorbansi yang terjadi pada sampel nanomaterial dengan sampel murni surfaktan. Tujuan koreksi adalah karena pada sampel nanomaterial terjadi puncak absorbansi yang bisa saja bukan dari pengelupasan *graphite* melainkan dari partikel surfaktan. Maka dari itu dibuat pula sampel dengan surfaktan murni agar diketahui pada puncak dimana saja terjadi penyerapan oleh partikel surfaktan itu sendiri. Hasil terkoreksi dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada frekuensi putaran 1567,2 rpm terdapat satu puncak absorbansi pada panjang gelombang 237,50 nm dengan nilai absorbansi 1,589. Pada frekuensi putaran 2213,4 rpm terdapat dua puncak absorbansi pada panjang gelombang 235,50 nm dan 232,00 nm dengan masing-masing absorbansi pada nilai 1,464

dan 1,440 sedangkan pada frekuensi putaran 4973,4 rpm terdapat dua puncak absorbansi pada panjang gelombang 250,00 nm dan 230,50 nm dengan masing-masing absorbansi pada nilai 0,425 dan 0,577.

Dilihat berdasarkan puncak absorbansi setelah terkoreksi tampak bahwa besarnya nilai absorbansi semakin menurun seiring dengan semakin besarnya frekuensi putaran pada *blender*. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar frekuensi putaran pada *blender* maka pengelupasan material *graphite* semakin banyak terjadi. Artinya lembaran-lembaran *graphene* penyusun *graphite* semakin banyak yang terkelupas. Besar kemungkinan bahwa jika besarnya frekuensi putaran pada *blender* semakin besar, maka lembaran-lembaran *graphene* juga akan semakin banyak yang terkelupas hingga akhirnya bisa didapatkan *graphene singlelayer*.

Peran surfaktan jenis LAS yang terdapat pada cairan pencuci piring Sunlight ini ternyata sangat berpengaruh yang dapat dilihat hasilnya pada Tabel 4 yang dibandingkan dengan Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan bahwa tidak terjadi puncak absorbansi untuk frekuensi putaran 1567,2 rpm dan 2213,4 rpm tetapi terjadi puncak absorbansi pada frekuensi putaran 4973,4 rpm. Puncak absorbansi hanya terjadi pada frekuensi putaran 4973,4 rpm, tetapi bukan merupakan karakteristik dari *graphene oxide* maupun *graphene multilayer*. Tidak munculnya puncak absorbansi *graphene* dipengaruhi oleh tidak adanya peran surfaktan. Molekul surfaktan terdiri dari kepala (*head*) dan ekor (*tail*). Bagian kepala

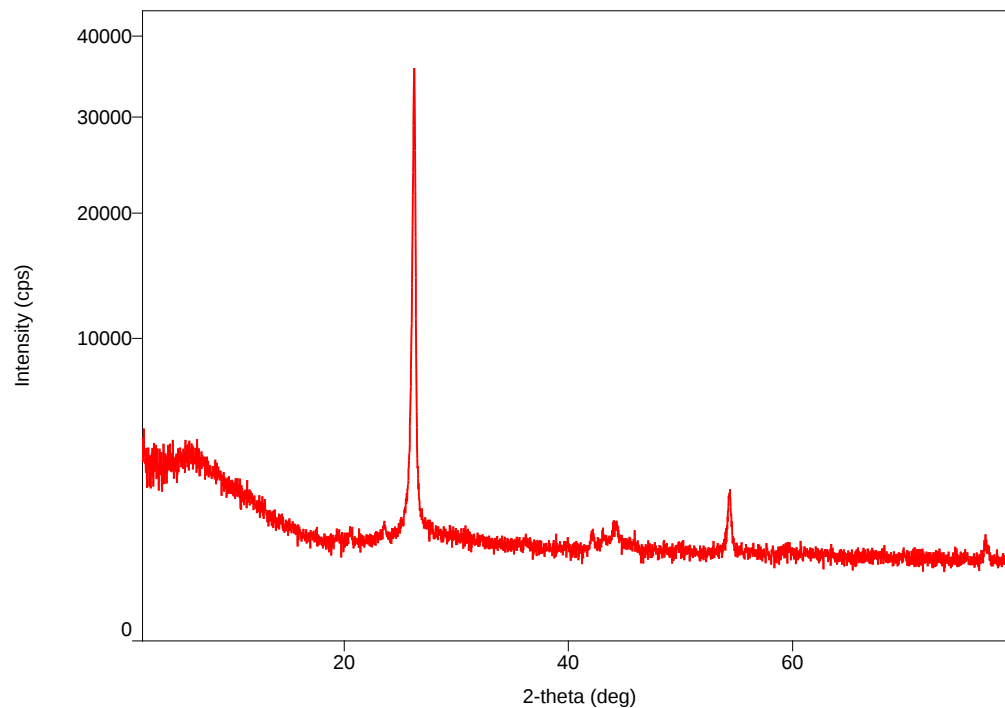
bersifat *hydrophilic* (suka air) dan bagian ekor bersifat *hydrophobic* (tidak suka air) (Suparno, 2012). Bagian ekor surfaktan kemudian menempel pada material *graphite* dan ditarik oleh bagian kepala surfaktan yang kemudian dapat melemahkan ikatan *van der Waals* pada material *graphite* sehingga memudahkan material tersebut mengelupas menjadi lembaran-lembaran *graphene* penyusun material tersebut. Inilah mengapa sampel dengan tanpa menggunakan surfaktan tidak terjadi puncak absorbansi *graphene*. Jadi, setelah proses sentrifus sampel dengan tanpa surfaktan tersebut terlalu banyak yang mengendap, sedangkan untuk melakukan proses karakterisasi UV-Vis sampel yang digunakan bukan endapannya tetapi supernatannya atau larutannya saja yang telah dipisahkan dari endapannya. Dengan kata lain endapan yang terbentuk memiliki massa jenis yang lebih besar dari massa jenis larutannya. Dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan surfaktan jenis LAS ini memudahkan proses pengelupasan material *graphite* menjadi *graphene* dengan menggunakan metode LME dibandingkan dengan tanpa menggunakan surfaktan.

B. Hasil Karakterisasi XRD

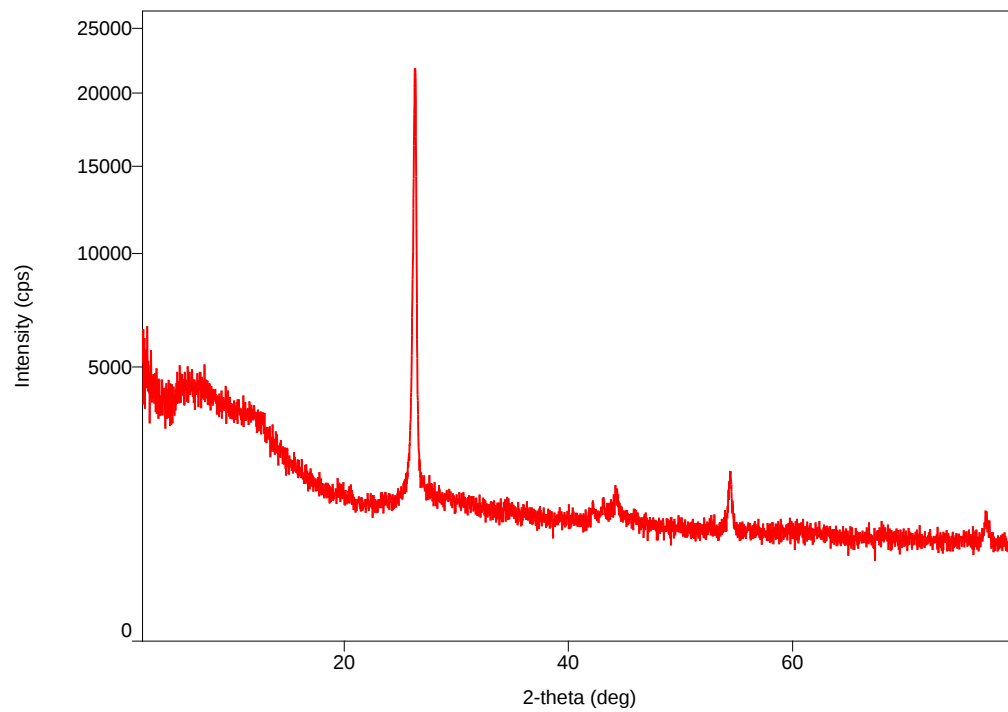
Hasil sampel yang telah dibuat kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD. Karakterisasi XRD kali ini menggunakan empat sampel yaitu sampel dengan frekuensi 2213,4 rpm dan 4973,4 rpm, baik yang menggunakan surfaktan maupun tidak. Dari karakterisasi XRD diperoleh grafik hubungan antara 2θ

dengan intensitas. *Range* 2θ yang digunakan antara 10° – 110° . Data yang diperoleh dari hasil XRD merupakan spektrum XRD yang menyatakan intensitas sebagai fungsi dari 2θ sebagai sudut difraksi. Karakterisasi XRD ini bertujuan untuk mengetahui jarak antar lapisan (*d-spacing*) *graphite* masing-masing sampel.

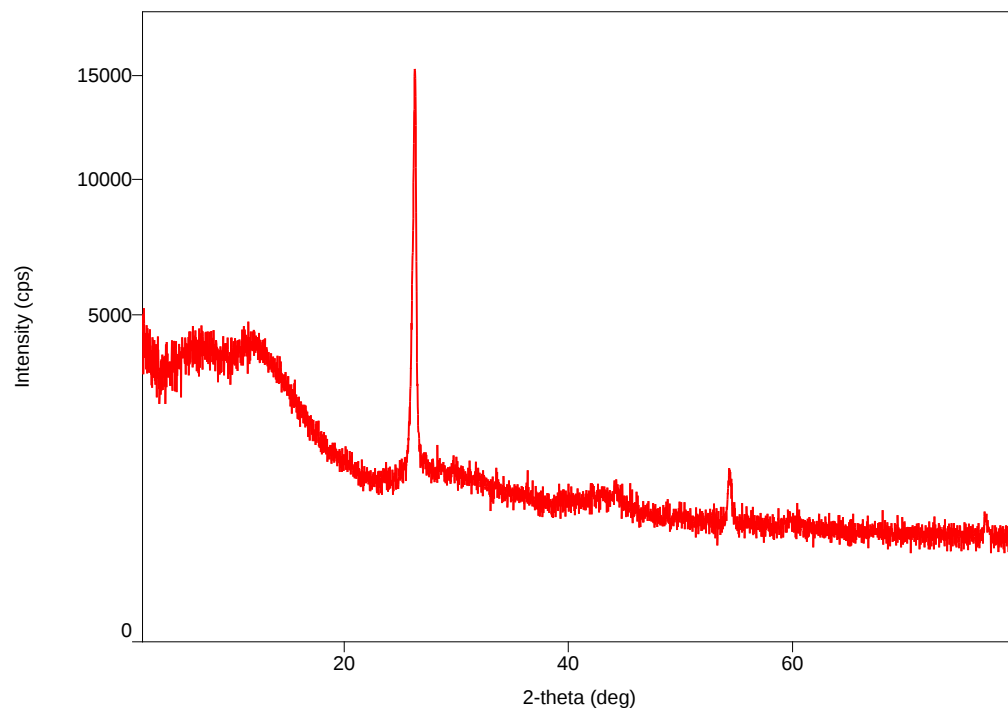
Berikut adalah hasil XRD pada masing-masing sampel:



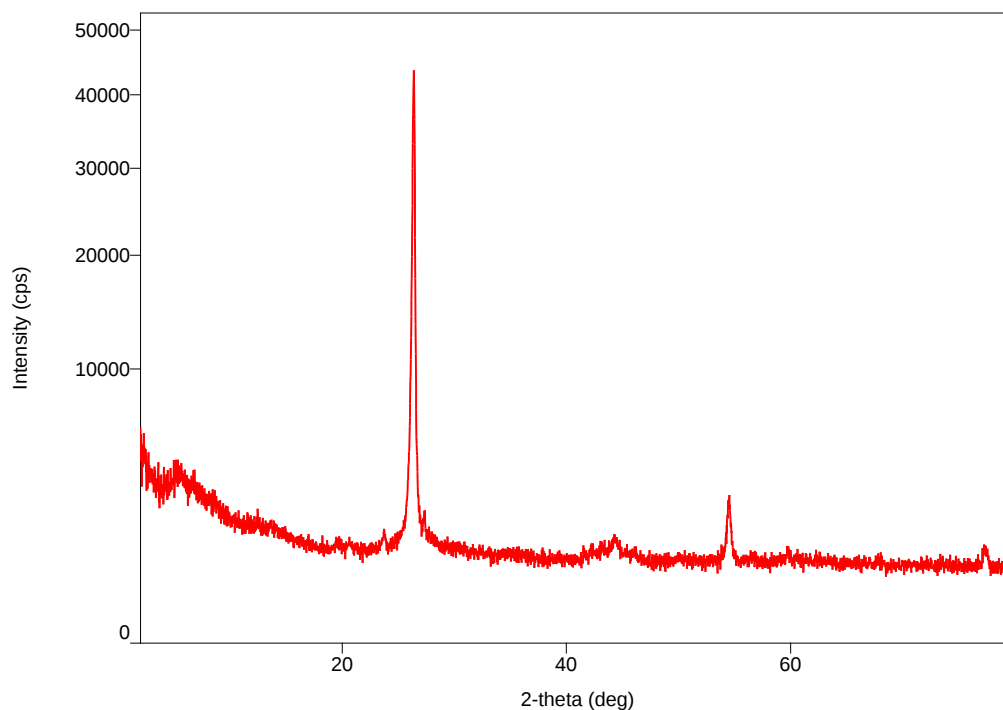
Gambar 18. Pola XRD pada 2213,4 rpm dengan surfaktan



Gambar 19. Pola XRD pada 2213,4 rpm tanpa surfaktan



Gambar 20. Pola XRD pada 4973,4 rpm dengan surfaktan



Gambar 21. Pola XRD pada 4973,4 rpm tanpa surfaktan

Tabel 6 sampai 9 merupakan hasil pola XRD yang menghasilkan puncak-puncak dengan jarak antar lapisan (*d-spacing*) sebagai berikut :

Tabel 6. Jarak antar lapisan (*d-spacing*) pada 2213,4 rpm dengan surfaktan

No.	2-theta(deg)	d(Å)
1	6.4(4)	13.8(9)
2	26.265(4)	3.3903(5)
3	44.29(4)	2.0436(19)
4	54.33(2)	1.6871(6)
5	77.19(3)	1.2348(5)

Tabel 7. Jarak antar lapisan (*d-spacing*) pada 2213,4 rpm tanpa surfaktan

No.	2-theta(deg)	d(Å)
1	26.346(5)	3.3801(6)
2	44.35(3)	2.0409(12)
3	54.469(13)	1.6832(4)
4	67.9123	1.37908
5	77.2988	1.23336

Tabel 8. Jarak antar lapisan (*d-spacing*) pada 4973,4 rpm dengan surfaktan

No.	2- theta(deg)	d(Å)
1	26.346(6)	3.3932(8)
2	44.28(6)	2.044(2)
3	54.29(4)	1.6883(11)
4	77.2331	1.23524

Tabel 9. Jarak antar lapisan (*d-spacing*) pada 4973,4 rpm tanpa surfaktan

No.	2- theta(deg)	d(Å)
1	5.64(11)	15.6(3)
2	26.404(5)	3.3828(6)
3	27.31(6)	3.263(7)
4	44.39(3)	2.0432(12)
5	54.505(17)	1.6882(5)
6	77.26(4)	1.2339(6)

Peak-peak yang dihasilkan pada sampel yang dikarakterisasi XRD menunjukkan sifat kristal dengan intensitas tertinggi terletak pada 2θ kisaran 26° dengan nilai *d-spacing* yang berbeda-beda.

Dilihat hasil jarak antar lapisan (*d-spacing*) antara Tabel 6 dengan Tabel 7 dengan menggunakan frekuensi putaran yang sama yaitu sebesar 2213,4 rpm terlihat pada sampel dengan menggunakan surfaktan memiliki hasil *d-spacing* yang lebih besar pada tiap *peak* yang dihasilkan dibandingkan dengan tanpa menggunakan surfaktan. *Peak-peak* yang dibandingkan adalah *peak* yang besar sudut 2θ nya saling mendekati, yaitu pada sudut kisaran 26° , 44° , 54° dan 77° begitu juga pada Tabel 7 dan 8. Pada pola XRD dengan frekuensi 4973,4 rpm, hasil *d-spacing* juga lebih besar untuk sampel dengan menggunakan surfaktan. Selain melakukan perbandingan hasil *d-spacing* untuk sampel dengan dan tanpa

surfaktan, pada frekuensi putaran sama juga dilakukan perbandingan bagaimana pengaruh frekuensi putaran terhadap hasil *d-spacing*nya

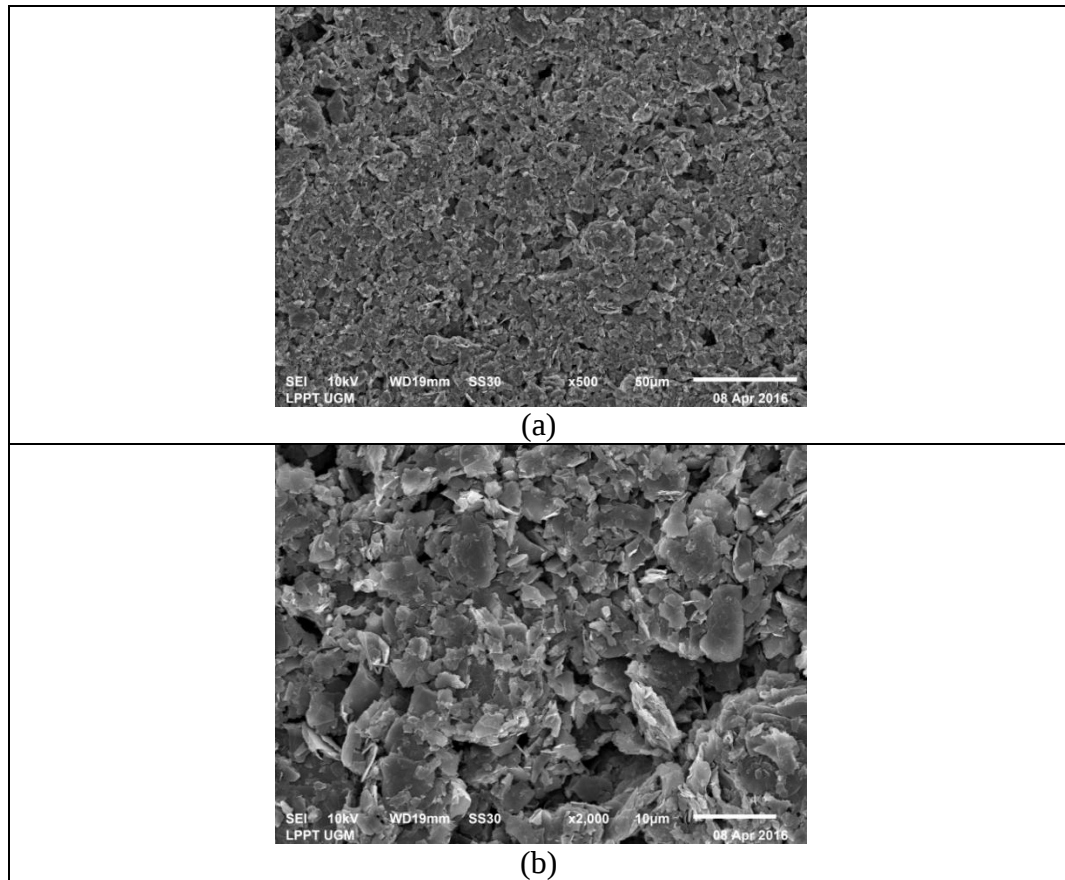
Berdasarkan Tabel 6 dan 7 pada sampel dengan surfaktan terlihat bahwa semakin besar frekuensi putaran maka semakin besar pula nilai *d-spacing*nya. Sama halnya untuk sampel dengan tanpa menggunakan surfaktan, semakin besar frekuensi putaran maka semakin besar pula *d-spacing*nya.

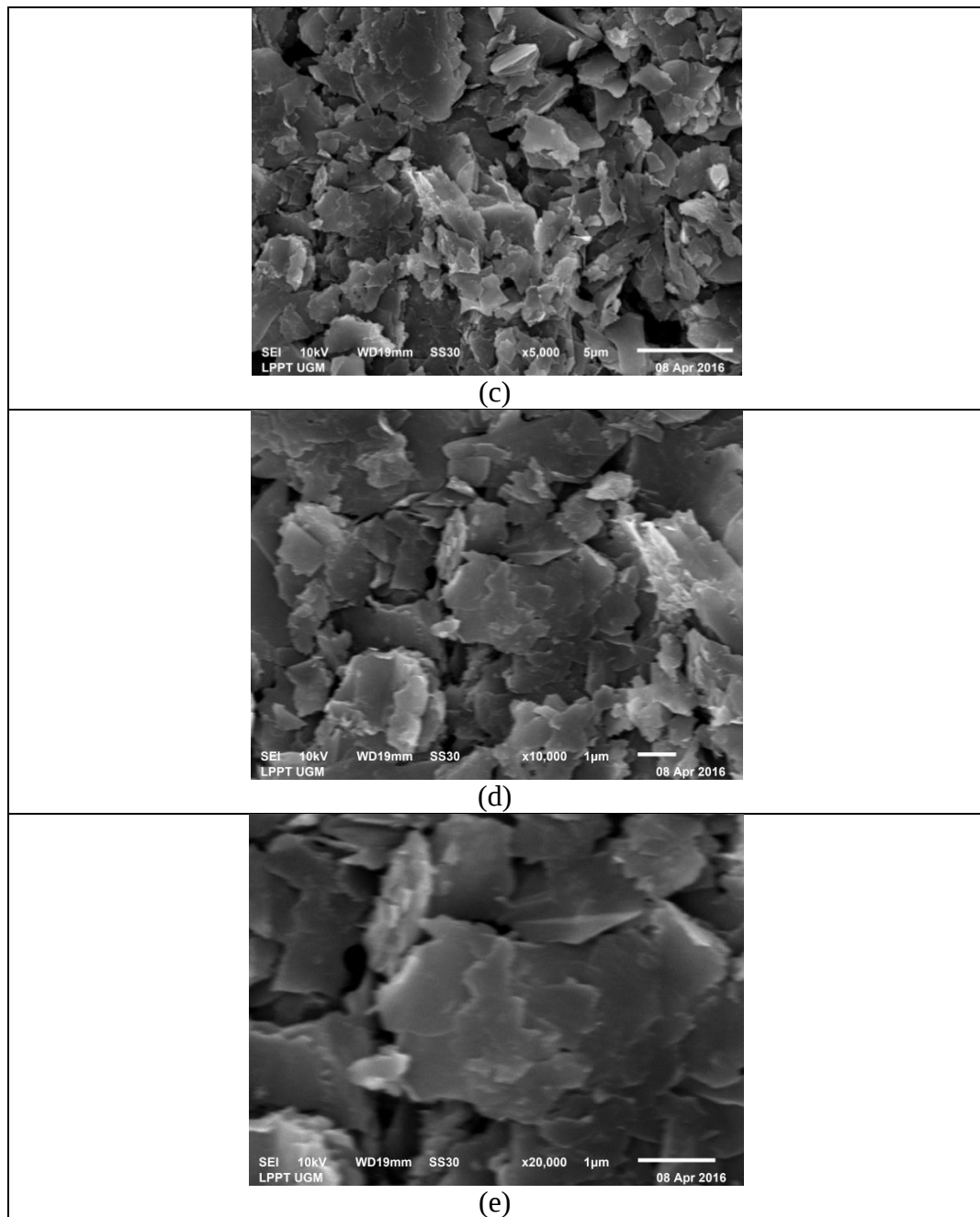
Peningkatan nilai *d-spacing* pada sampel dengan menggunakan surfaktan dikarenakan peran surfaktan yang memudahkan pengelupasan sampel *graphite* ketika berada pada fase cair, sehingga jarak antar lapisan penyusun *graphite* semakin renggang dan mudah untuk mengelupas. Molekul-molekul surfaktan dan air menyisip pada lapisan-lapisan *graphene* dan semakin dipermudah karena adanya proses penghancuran bahan sampel oleh rotor *blender*. Pola-pola sampel hasil XRD memiliki *peak* yang hampir sama, dikarenakan sampel yang digunakan juga berasal dari bahan yang sama. Pengaruh banyaknya frekuensi putaran memudahkan pengelupasan lapisan penyusun *graphite* karena sampel semakin menipis dan banyak yang terkelupas dan hasil *d-spacing* menjadi lebih besar.

Hasil terbaik karakterisasi XRD pada sampel terletak pada sampel dengan frekuensi putaran terbesar yaitu 4973,4 rpm dan menggunakan surfaktan dengan intensitas tertinggi pada $2\Theta = 26,346^\circ$ dan jarak *d-spacing* sebesar 3,3932 Å.

C. Hasil Karakterisasi SEM

Karakterisasi SEM bertujuan untuk melihat bentuk morfologi dari sampel yang akan dikarakterisasi atau melihat bentuk permukaan sampel. Pada karakterisasi ini menggunakan sampel dengan surfaktan pada variasi frekuensi putaran 2213,4 rpm. Sampel yang akan dikarakterisasi ini akan dilihat bentuk permukaannya pada perbesaran 500 kali, 2000 kali, 5000 kali, 10.000 kali, dan 20.000 kali. Berikut adalah hasil karakterisasi SEM sampel nanomaterial pada frekuensi putaran 2213,4 rpm:





Gambar 22. Hasil karakterisasi SEM pada beberapa perbesaran. **(a)** perbesaran 500 kali, **(b)** perbesaran 2.000 kali, **(c)** perbesaran 5.000 kali, **(d)** perbesaran 10.000 kali, dan **(e)** perbesaran 20.000 kali.

Pada perbesaran 500 kali sampel terlihat seperti pecahan-pecahan *graphite* yang saling menumpuk dan belum dapat dilihat bentuk permukaannya, maka dari itu sampel kembali diperbesar pada perbesaran 2.000 kali. Pada perbesaran tersebut terlihat bahwa *graphite* terpecah-pecah dengan ukuran yang berbeda-beda dan bentuknya tipis seperti lempengan. Sampel diperbesar kembali dengan perbesaran 5.000 kali dan mulai tampak bentuk permukaan sampel *graphite* hasil pemotongan menggunakan pisau *blender*. Pada perbesaran 5.000 kali semakin terlihat dengan jelas bahwa sampel terpotong-potong menjadi semakin menipis, sampel tersebut masih dalam bentuk *graphite*, yang terdiri dari berlapis-lapis *graphene*.

Perbesaran dilakukan kembali pada perbesaran 10.000 kali dan 20.000 kali. Pada perbesaran ini terlihat bentuk permukaan sampel. Sampel tampak memiliki bentuk *flakes* atau kepingan-kepingan tipis dengan permukaan yang tampak terkelupas dan dapat diketahui bahwa menggunakan metode *liquid mechanical exfoliation* dimana pengelupasan *graphite* dibantu oleh pisau *blender* yang berputar pada kecepatan tertentu dan adanya surfaktan memudahkan proses pengelupasan lembaran-lembaran *graphene*. Bentuk permukaan sampel yang terlihat seperti terkelupas dan saling menumpuk, jadi dapat dikatakan bahwa sampel tersebut masih terdiri dari banyak lapis *graphene*. Kemungkinan besar apabila ketebalan pisau *blender* semakin tipis dan kecepatan semakin besar, maka lapisan *graphene* akan semakin banyak yang terkelupas sehingga dapat diperoleh *graphene multilayer* maupun *singlelayer*.

Ukuran partikel sampel hasil karakterisasi SEM dapat dilihat pada Lampiran, dengan ukuran partikel yang terlihat pada perbesaran 5000 kali dengan berbagai ukuran, dengan ukuran terbesar adalah 3,467 μm ; 2,701 μm ; 1,819 μm ; 1,610 μm ; dan ukuran terkecil adalah 1,292 μm .

Selain karakterisasi SEM juga dilakukan karakterisasi SEM-EDS yang terdapat pada Lampiran. Tujuan dilakukan karakterisasi SEM-EDS adalah untuk mengetahui komposisi atom-atom penyusun sampel, massa atom, dan banyaknya atom. Atom-atom yang terdapat pada sampel adalah atom C dengan massa 68,99 % dan banyaknya atom 77,58 %; atom O dengan massa 20,46 % dan banyaknya atom 17,27 %; atom Al dengan massa 3,51 % dan banyaknya atom 1,76 %; atom Si dengan massa 7,05 % dan banyaknya atom 3,39 %.

Bahan utama penyusun sampel adalah *graphite* yang tersusun dari atom-atom karbon sehingga jumlah atom dan massa terbanyak adalah atom karbon (C). Adanya atom oksigen dapat berasal dari terbentuknya *graphene oxide* sehingga menghasilkan atom-atom O.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Adanya pengaruh frekuensi putaran pencampuran bahan pada sampel yang menggunakan surfaktan jenis LAS dalam *blender* terhadap hasil karakter spektrofotometer UV-Vis adalah semakin besar frekuensi putaran maka absorbansi yang terjadi semakin mengalami penurunan, sedangkan pada sampel tanpa surfaktan tidak ada absorbansi yang terjadi pada frekuensi putaran 1567,2 rpm dan 2213,4 rpm, pada frekuensi 4973,4 rpm terjadi absorbansi dengan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel yang menggunakan surfaktan.
2. Adanya pengaruh frekuensi putaran pencampuran bahan pada sampel yang menggunakan surfaktan jenis LAS dalam *blender* terhadap hasil karakter XRD adalah semakin besar frekuensi putaran maka jarak antar lapisan (*d-spacing*) *graphene* semakin mengalami peningkatan, sedangkan pada sampel tanpa surfaktan hasil *d-spacing* juga semakin mengalami peningkatan tetapi tidak lebih besar dari *d-spacing* yang menggunakan surfaktan.

3. Bentuk permukaan sampel hasil pencampuran bahan karbon tri *graphite* pensil 2B Faber Castell dengan surfaktan jenis LAS terhadap hasil karakter SEM adalah sampel tampak memiliki bentuk *flakes* atau kepingan-kepingan tipis dengan permukaan yang tampak terkelupas dan masih terdiri dari berlapis-lapis *graphene*.

B. SARAN

Setelah terselesaikannya penelitian ini, terdapat saran yang perlu diperhatikan bagi peneliti selanjutnya. Beberapa saran tersebut adalah:

1. Membuat alat yang dapat mengatur sendiri frekuensi putaran yang diinginkan.
2. Melakukan karakterisasi SEM dengan sampel murni *graphite* tanpa menggunakan surfaktan.
3. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan surfaktan jenis lain maupun dengan variasi banyaknya pemberian surfaktan pada sampel.
4. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan larutan tertentu yang dapat memisahkan endapan sampel tanpa melakukan proses sentrifus.

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.
- Bakir. (2011). *Pengembangan Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Air Rebusan Daun Bisbul (Diospyros Blancoi) untuk Deteksi Ion tembaga (II) dengan Metode Kalorimetri*, Skripsi, Jakarta, FMIPA UI.
- Buzea, C., I.I.P.Blandino, and K.Robbie. (2007). *Nanomaterials and Nanoparticles: Sources and Toxicity*. Biointerphases 2.
- Efelina, Vita. (2015). *Kajian Pengaruh Konsentrasi Urea Dalam Sifat Optik Nanofiber Graphene Oxide/PVA (Polyvinyl Alcohol) yang Difabrikasi Menggunakan Teknik Electrosinning*. Yogyakarta: UGM.
- Fessenden. R.J & J.S. Fessenden. (1986). *Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga. Diterjemahkan oleh Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Ph.D.
- Geim, A.K. & Novoselov, K.S. (2007). *The Rise of Graphene*. Nature Materials. Vol 6. Hlm. 1-14.
- Ghosh, R, (2006), *Principles of bioseparation engineering*.
- Grant, N. M., & Suryanayana, C. (1998). *X-Ray Diffraction : A Partical Approach*. New York: Plenum Press.
- Hosokawa, M., et al (eds.). (2007). *Nanoparticle Technology Handbook*. Amsterdam: Elsevier.
- 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.
- Jiangfeng, S., et al (2010). *Facile Synthesis and Application of Ag-Chemically Converted Graphene Nanocomposite*. Nano Res. Vol 3. Hlm. 339-349.

- Junaidi, M. & Susanti, D. (2014). *Pengaruh Variasi Waktu Ultrasonikasi dan Waktu Tahan Hydrothermal terhadap Struktur dan Konduktivitas Listrik Material Graphene*. Teknik Pomits. Vol 3. Hlm. 2.
- Lai, Qi S. Z, Xueping L, Min Z, and Shuanghua H, (2012), *Ultraviolet-visible spectroscopy of graphene oxides*, AIP Advances2, 032146, doi: 10.1063/1.4747817.
- L. Vorrada. et al., (2013). *Preparation and Characterization of Reduced Graphene Oxide Sheets via Water-Based Exfoliation and Reduction Methods*. Hindawi Publishing Corporation
- Mikrajuddin Abdullah. (2009). *Pengantar Nanosains*. Bandung: ITB Bandung.
- Montazer, M. et al. (2012). *Durable Anti-Bacterial Nylon Carpet Using Colloidal Nanosilver*. Fibres and Textile in Eastern Europe. Vol 20. No 4(93). Hlm. 96-101.
- Murat, dkk. (2011). *The Synthesis of Graphene Sheets With Controlled Thickness and Order Using Surfactant-Assisted Electrochemical Processes*. Spanyol: Elsevier.
- Nagarajan, R. & T. Alan Horton (eds.). (2008). *Nanoparticles: Synthesis, Stabilization, Passivation, and Functionalization*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Naufal, dkk. (2013). *Sejarah Penemuan, Sifat Dan Karakteristik, Teknik Karakterisasi, Metode Sintesis, Serta Aplikasi Graphene*. Jatinangor: Universitas Padjadjaran.
- Panji, Tok. 2014. *Mengapa Sabun dapat Membersihkan Minyak*. Diakses dari <http://www.edubio.info/2014/04/mengapa-sabun-dapat-membersihkan-minyak.html> pada tanggal 2 Juni 2016, Jam 08.30 WIB.
- Rachman, Arif. (2015). *Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS)*. Diakses dari <http://resepkimiaindustri.blogspot.co.id/2015/02/linear-alkylbenzene-sulfonate-las.html> pada tanggal 25 Mei 2016, Jam 22.45 WIB.
- Seran, Emel. 2011. *Pengertian Dasar Spektrofotometer Vis, UV, UV-Vis*. Diakses dari <https://wanibesak.wordpress.com/2011/07/04/spektrofotometri-sinar-tampak-visible/> pada tanggal 22 Juni 2016, Jam 16.50 WIB.

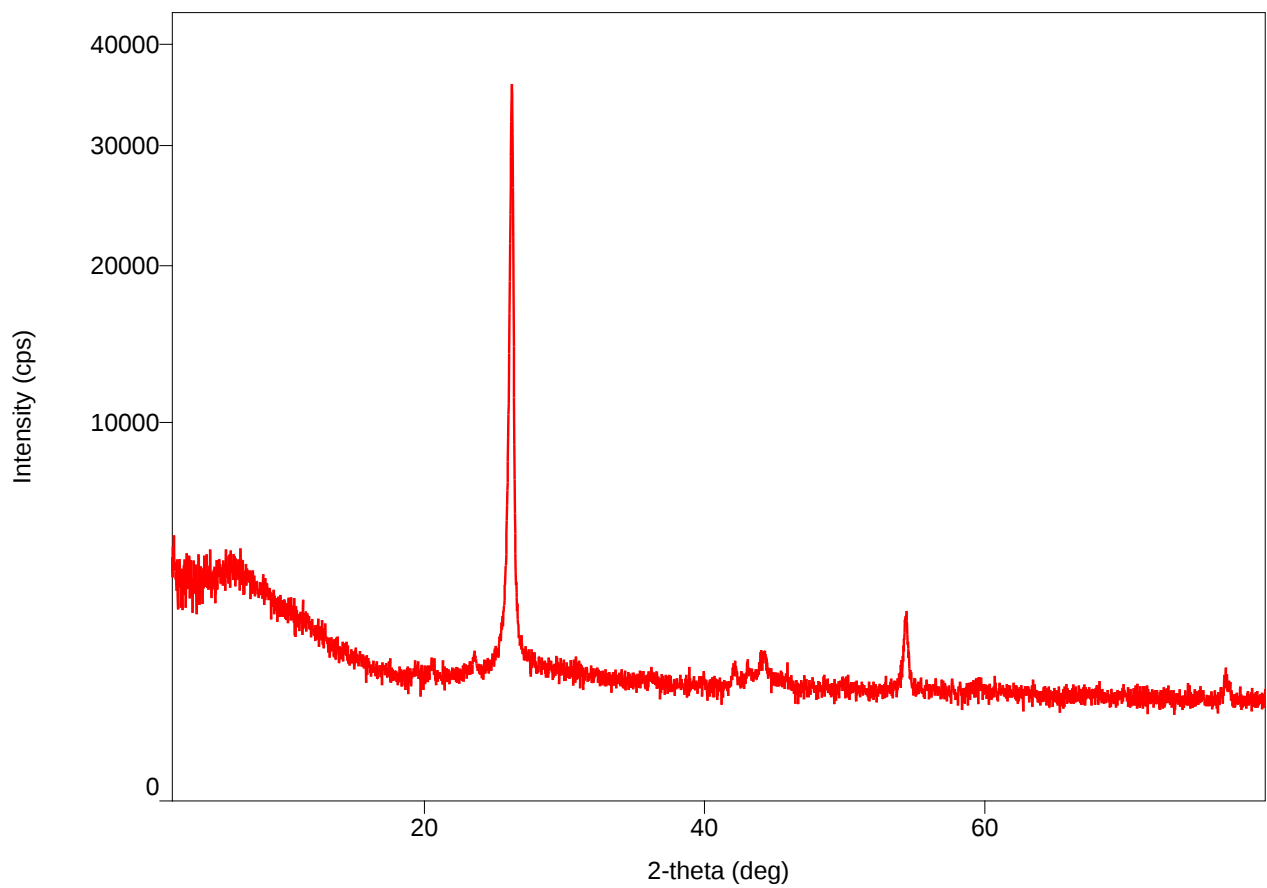
- Smallman, R., & Bishop, R. (1999). *Modern Physics Metallurgy and Materials Engineering*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Solomon, S.D., et al (2007). *Synthesis and Study of Silver Nanoparticles*. Journal of Chemical Education.
- Suparno. (2012). *Dinamika Partikel Koloid*. Yogyakarta: UNY Press.
- Truong & Lee. (2013). *Graphene From Fundamental to Future Application*. South Korea: Chonbuk National University.
- Vorrada, dkk. (2013). *Preparation and Characterization of Reduced Graphene Oxide Sheets via Water-Based Exfoliation and Reduction Methods*. Thailand: Hindawi Publishing Corporation.
- Wang Shuai, dkk. (2014). *The Effect of Surfactants and Their Concentrations On The Liquid-Exfoliation of Graphene*. Cina: Beijing University.
- Widiatmoko, Eko. *GRAPHENE : SIFAT, FABRIKASI, DAN APLIKASINYA*. Bandung : Jurusan Fisika, Institut Teknologi Bandung.
- 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.
- <http://cambridgenanosystems.com/>
<https://id.wikipedia.org/wiki/Blender>
<http://infotambang.com/surfaktan-untuk-eor-enhanced-oilrecovery-p568-164.htm>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Karakterisasi XRD pada 2213,4 rpm dengan surfaktan

Peak List

Measurement profile



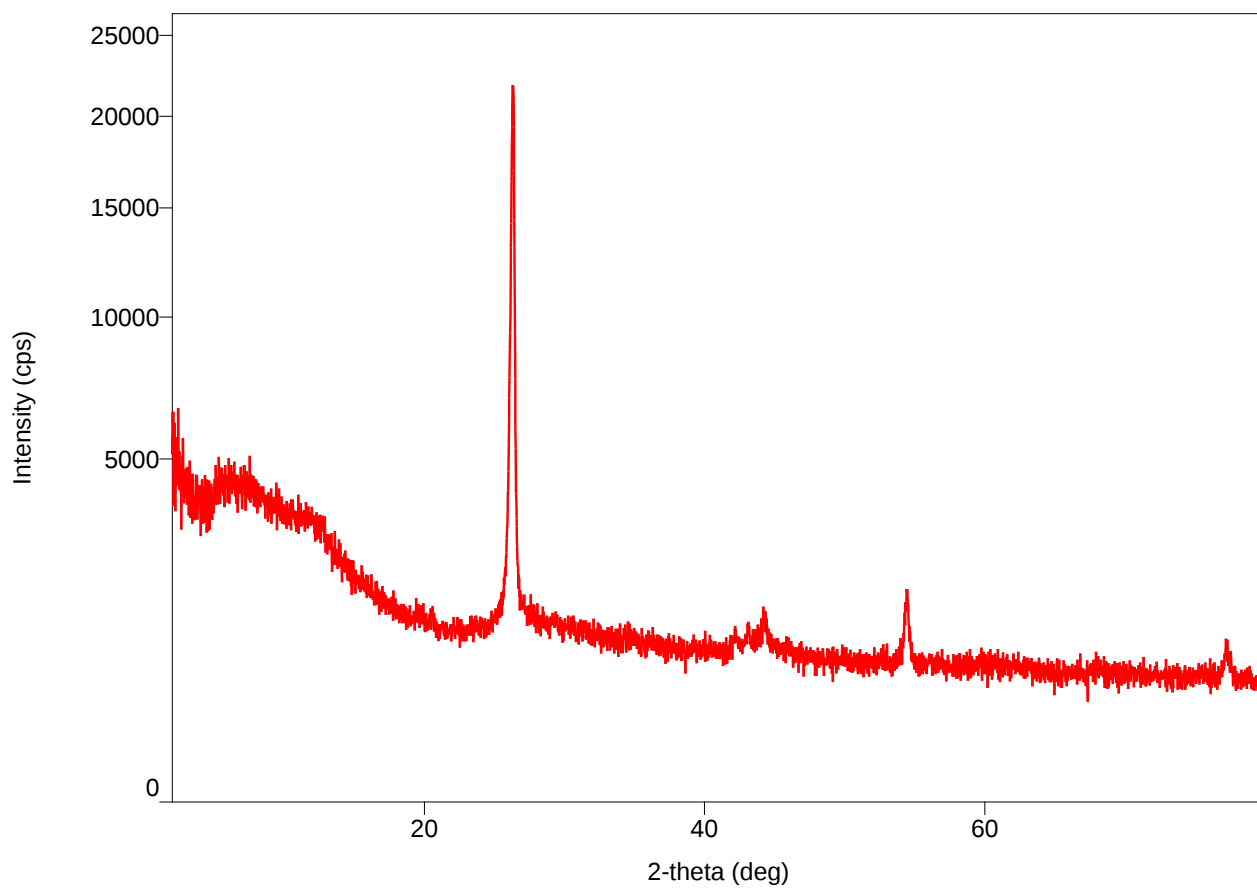
Peak list

No.	2-theta(deg)	d(ang.)	Height(cps)	FWHM(deg)	Int. I(cps deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
1	6.4(4)	13.8(9)	196(40)	1.8(4)	386(110)	2.0(10)	0.6(6)
2	26.265(4)	3.3903(5)	23535(443)	0.257(3)	8188(47)	0.348(9)	2.4(2)
3	44.29(4)	2.0436(19)	331(53)	0.49(12)	297(24)	0.9(2)	3.2(13)
4	54.33(2)	1.6871(6)	1216(101)	0.26(2)	444(15)	0.37(4)	1.1(4)
5	77.19(3)	1.2348(5)	360(55)	0.24(4)	117(12)	0.33(8)	1.2(9)

Lampiran 2. Hasil Karakterisasi XRD pada 2213,4 rpm tanpa surfaktan

Peak List

Measurement profile



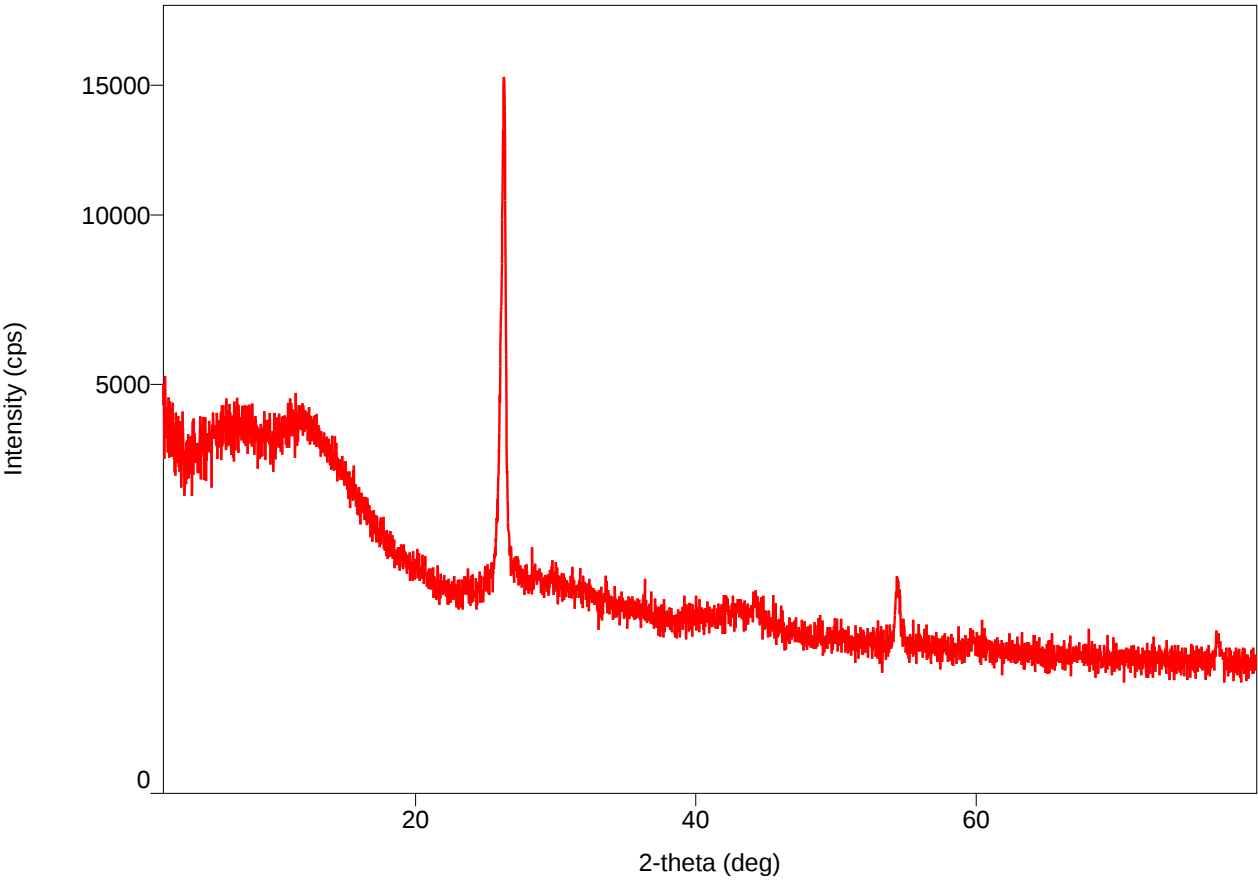
Peak list

No.	2-theta(deg)	d(ang.)	Height(cps)	FWHM(deg)	Int. I(cps deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
1	26.346(5)	3.3801(6)	14336(346)	0.274(4)	5171(33)	0.361(11)	2.7(3)
2	44.35(3)	2.0409(12)	232(44)	0.64(14)	275(24)	1.2(3)	4(5)
3	54.469(13)	1.6832(4)	753(79)	0.30(2)	276(13)	0.37(6)	3.2(9)
4	67.9123	1.37908	166.514	0.299593	73.5543	0.441729	3.24094
5	77.2988	1.23336	134.738	0.299593	107.956	0.801224	3.24094

Lampiran 3. Hasil Karakterisasi XRD pada 4973,4 rpm dengan surfaktan

Peak List

Measurement profile



Peak list

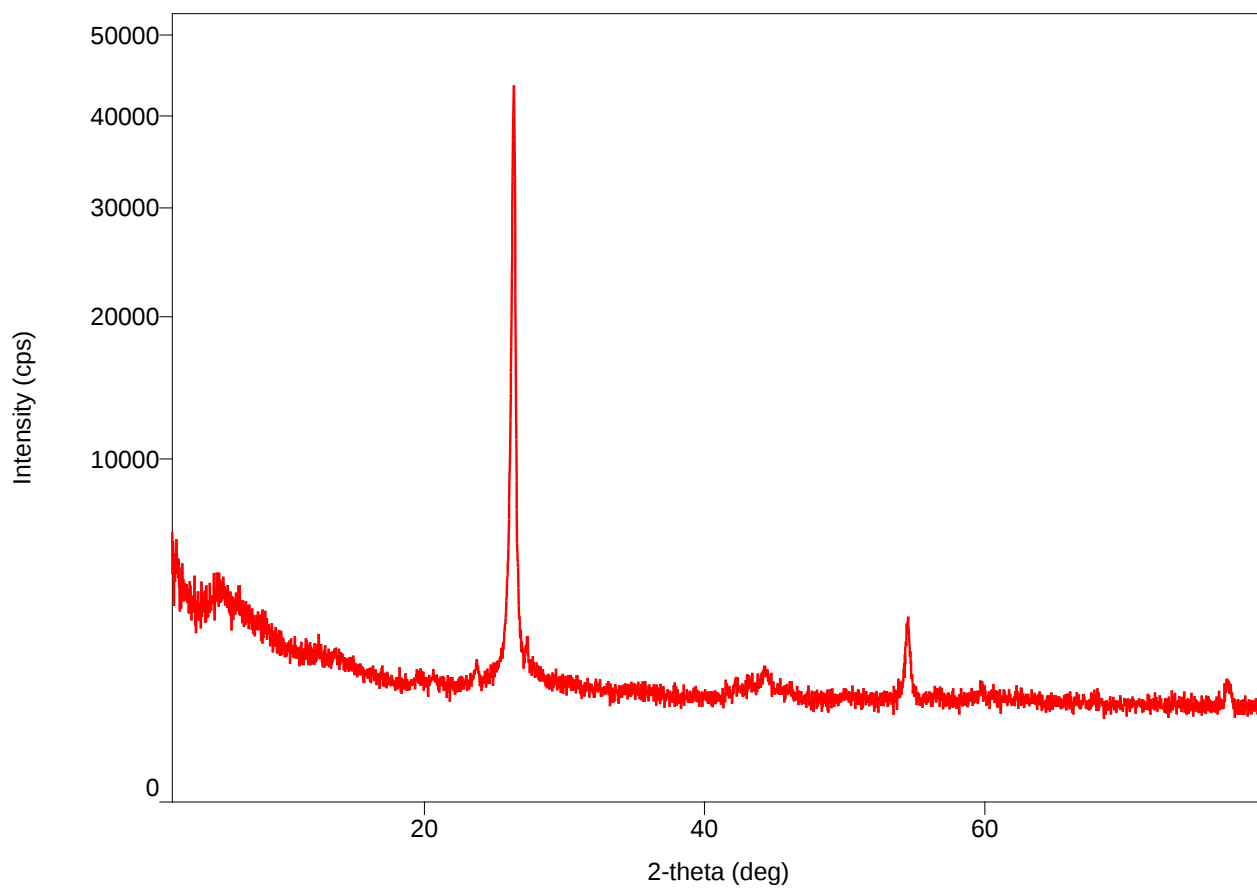
No.	2-theta(deg)	d(ang.)	Height(cps)	FWHM(deg)	Int. I(cps deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
-----	--------------	---------	-------------	-----------	-----------------	-------------	--------------

1	26.346(6)	3.3932(8)	9446(281)	0.281(6)	3511(33)	0.372(15)	3.7(6)
2	44.28(6)	2.044(2)	140(34)	0.8(2)	208(25)	1.5(5)	1.5(17)
3	54.29(4)	1.6883(11)	506(65)	0.32(4)	202(15)	0.40(8)	0.4(3)
4	77.2331	1.23524	75.6296	0.320502	76.297	1.008825	1.5449

Lampiran 4. Hasil Karakterisasi XRD pada 4973,4 rpm tanpa surfaktan

Peak List

Measurement profile



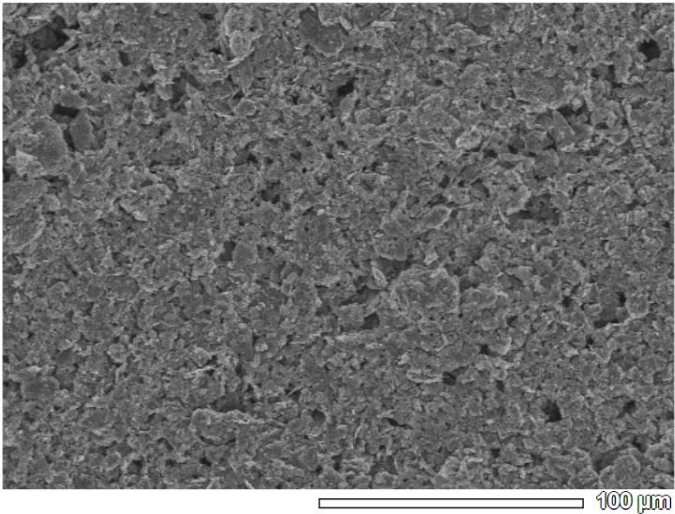
Peak list

No.	2-theta(deg)	d(ang.)	Height(cps)	FWHM(deg)	Int. I(cps deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
1	5.64(11)	15.6(3)	476(63)	1.02(16)	739(111)	1.6(4)	1.3(5)
2	26.404(5)	3.3828(6)	29076(492)	0.257(4)	10061(64)	0.346(8)	2.4(2)
3	27.31(6)	3.263(7)	418(59)	0.18(7)	107(19)	0.26(8)	0.9(15)
4	44.39(3)	2.0432(12)	282(48)	0.79(13)	442(28)	1.6(4)	2.3(17)
5	54.505(17)	1.6882(5)	1408(108)	0.30(2)	581(18)	0.41(4)	2.3(8)
6	77.26(4)	1.2339(6)	380(56)	0.30(5)	133(14)	0.35(9)	0.7(4)

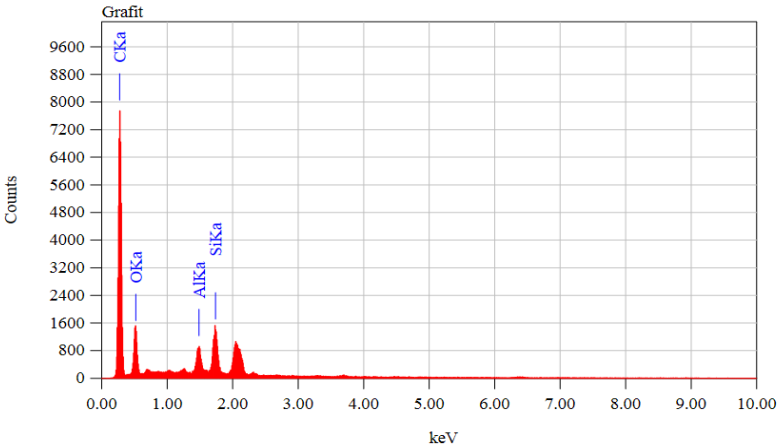
Lampiran 5. Hasil SEM-EDS

Grafit

JEOL 1/1



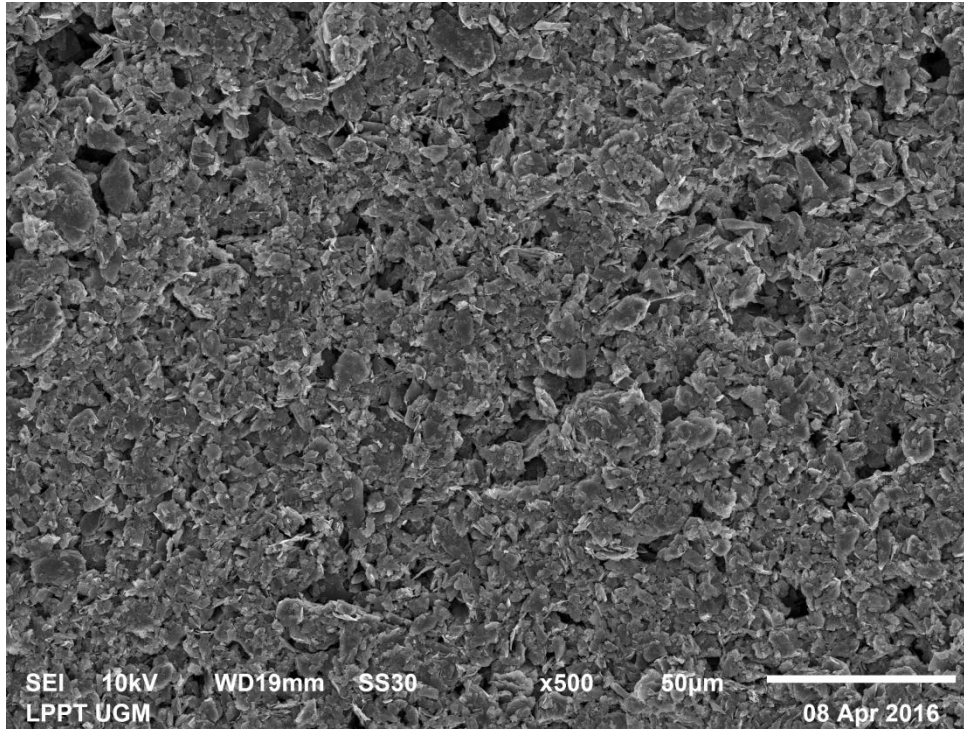
Title	: IMG1
Instrument	: 6510(LA)
Volt	: 10.00 kV
Mag.	: x 500
Date	: 2016/04/08
Pixel	: 512 x 384



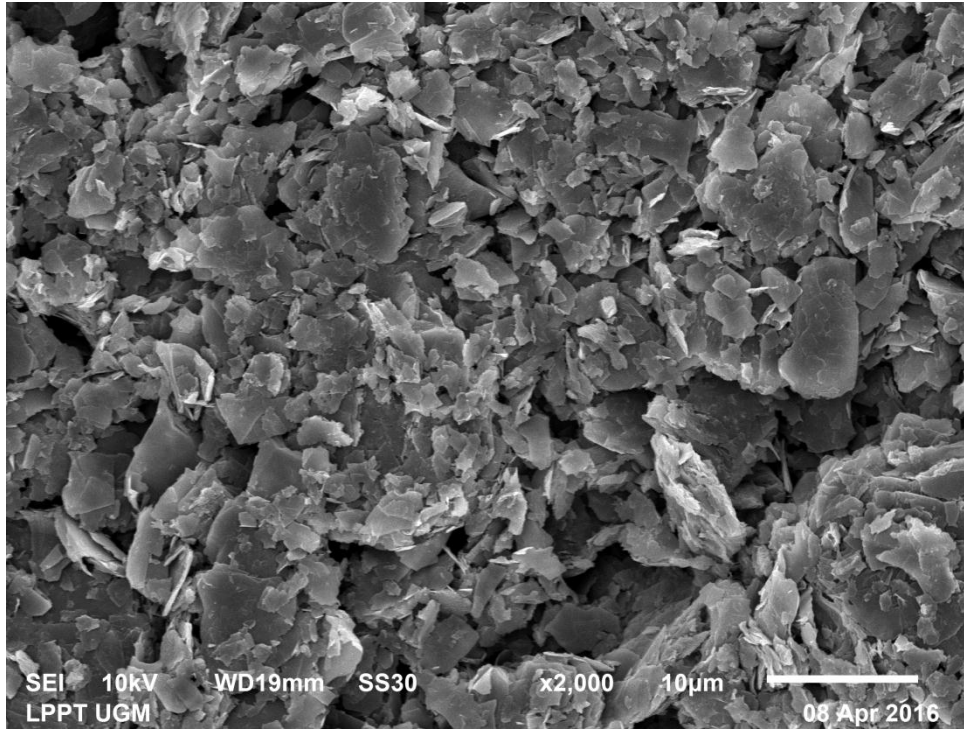
Acquisition Parameter	
Instrument	: 6510 (LA)
Acc. Voltage	: 10.0 kV
Probe Current	: 1.00000 nA
PHA mode	: T3
Real Time	: 51.19 sec
Live Time	: 50.00 sec
Dead Time	: 2 %
Counting Rate	: 3024 cps
Energy Range	: 0 - 20 keV

ZAF Method Standardless Quantitative Analysis						
Fitting Coefficient : 0.1738						
Element	(keV)	Mass%	Sigma	Atom%	Compound	Mass% Cation K
C K	0.277	68.99	0.16	77.58		64.2812
O K*	0.525	20.46	0.20	17.27		19.4486
Al K*	1.486	3.51	0.07	1.76		5.2389
Si K*	1.739	7.05	0.09	3.39		11.0312
Total		100.00		100.00		

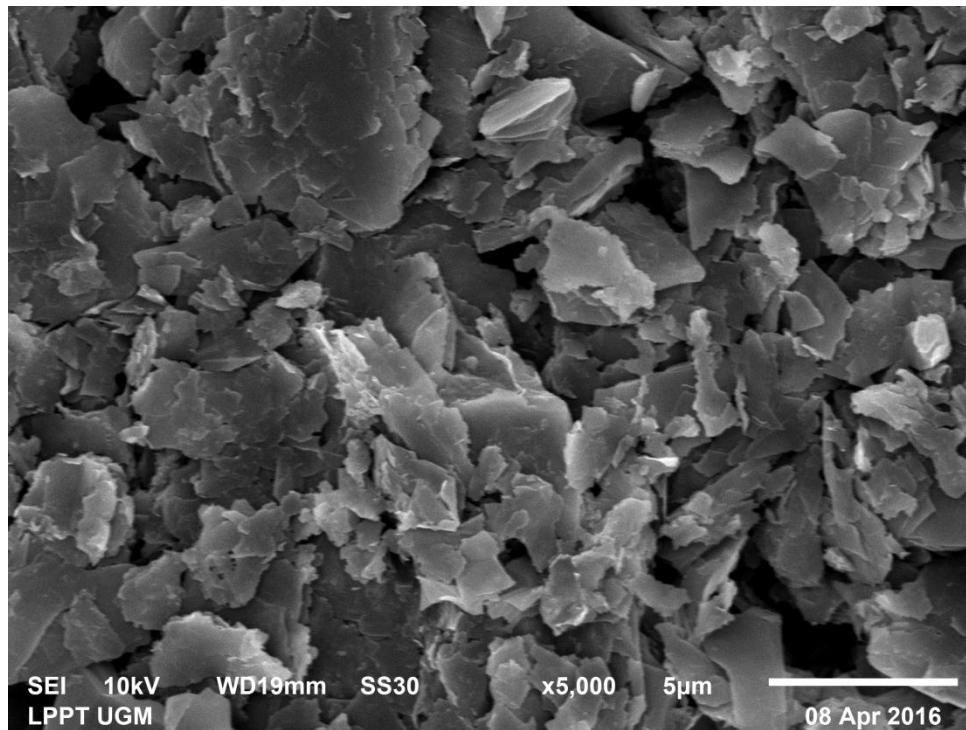
Lampiran 6. Hasil karakterisasi SEM perbesaran 500 kali



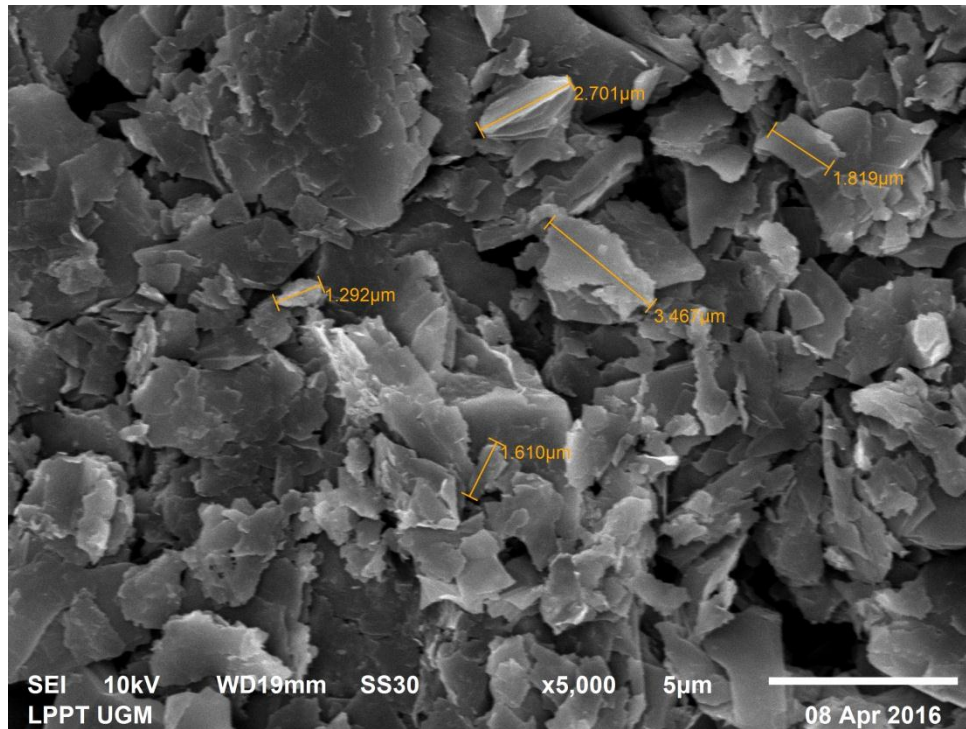
Lampiran 7. Hasil karakterisasi SEM perbesaran 2000 kali



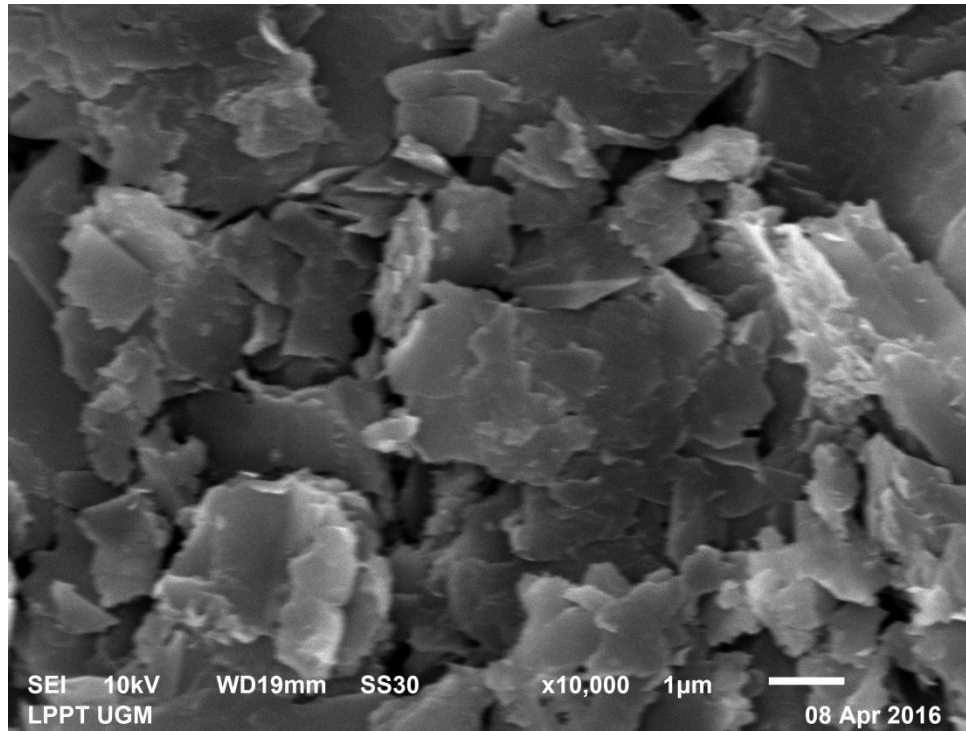
Lampiran 8. Hasil karakterisasi SEM perbesaran 5000 kali



Lampiran 9. Ukuran partikel hasil karakterisasi SEM pada perbesaran 5000 kali



Lampiran 10. Hasil karakterisasi SEM perbesaran 10000 kali



Lampiran 11. Hasil karakterisasi SEM perbesaran 20000 kali

