



TESIS - SF142502

**PENYISIPAN ION Na PADA GUGUS GRAFENA  
OKSIDA TEREDUKSI DARI HASIL PEMBAKARAN  
TEMPURUNG KELAPA DAN KARAKTERISASINYA**

NIKEN SYLVIA PUSPITASARI

1115 201 003

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Darminto, M.Sc.

PROGRAM MAGISTER

BIDANG KEAHLIAN FISIKA MATERIAL

PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2017

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



THESIS - SF142502

**THE INSERTION OF Na IONS IN THE REDUCED  
GRAPHENE OXIDE FROM BURNING COCONUT  
SHELL AND ITS CHARACTERIZATION**

NIKEN SYLVIA PUSPITASARI

1115 201 003

SUPERVISOR

Prof. Dr. Darminto, M.Sc.

MAGISTER PROGRAM

STUDY ON MATERIAL SCIENCE

DEPARTMENT OF PHYSICS

FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2017

*Halaman ini sengaja dikosongkan”*

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Sains (M.Si)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh :

Niken Sylvia Puspitasari  
NRP. 1115201003

Tanggal Ujian : 8 Juni 2017  
Periode Wisuda : September 2017

Disetujui oleh :

1. Prof. Dr. Darminto, M.Sc.  
NIP. 19600303 1987011 002

(Pembimbing)

()

2. Prof. Suminar Pratapa. M.Sc, Ph.D.  
NIP. 19660224 1990021 001

(Penguji)

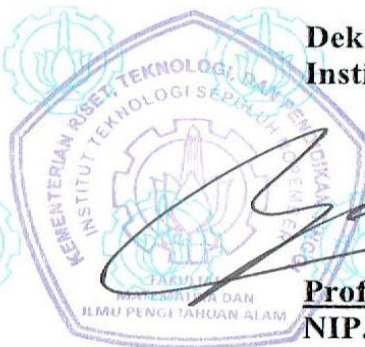
()

3. Dr. rer. nat. Triwikantoro  
NIP. 19660114 1990021 001

(Penguji)

()

Dekan Fakultas MIPA  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember



  
Prof. Dr. Basuki Widodo, M.Sc  
NIP. 19650605 198903.1.002

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **PENYISIPAN ION Na PADA GUGUS GRAFENA OKSIDASI TEREDUKSI DARI HASIL PEMBAKARAN TEMPURUNG KELAPA DAN KARAKTERISASINYA**

Nama : Niken Sylvia Puspitasari  
NRP : 1115201003  
Pembimbing : Prof. Dr. Darminto, M.Sc.

## **ABSTRAK**

Penelitian tentang “Penyisipan Ion Na Pada Gugus Grafena Oksidasi Tereduksi dari Hasil Pembakaran Tempurung Kelapa dan Karakterisasinya”, telah dilakukan dengan memanfaatkan bahan dasar tempurung kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penyisipan ion Na pada rGO terhadap fasa dan sifat kemagnetan yang muncul. Serbuk arang tempurung kelapa hasil karbonisasi dilarutkan ke dalam aquades dengan menambahkan rGO dan NaCl dengan perbandingan konsentrasi 1:1, 1:2, 2:1. Prosedur yang sama dilakukan pada campuran rGO dan NaOH. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan XRD, FTIR, SEM, EDX dan SQUID. Dari hasil analisis XRD sampel yang telah disisipi Na yang berasal dari NaCl membentuk fasa NaCl walaupun fasa rGO tetap ada, sedangkan sampel yang dicampur NaOH terdapat fasa rGO. Dari hasil analisis FTIR sampel rGO dan rGO:NaCl 1:2 mengandung ikatan C=C, , sedangkan rGO:NaOH 1:2 mengandung ikatan C-NO<sub>2</sub>. Hasil XRD diperkuat dengan analisis morfologi dengan uji SEM dan komposisi unsur dengan uji EDX. Berdasarkan analisis uji SQUID dengan adanya berbagai variasi konsentrasi Na terhadap rGO, berpengaruh terhadap kemagnetannya dan nilai kemagnetan meningkat dengan penambahan impuritas Na dengan konsentrasi lebih tinggi dari pada rGO ( $M \sim 0,03$  emu/g) dikarenakan unsur Na yang sedikit mengisi kekosongan unsur yang hilang pada kisi honeycomb rGO yang berikatan kovalen tunggal maupun rangkap dengan unsur C.

Kata kunci : Na, rGO, SQUID, tempurung kelapa

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



# THE INSERTION OF Na IONS IN THE REDUCED GRAPHENE OXIDE FROM BURNING COCONUT SHELL AND ITS CHARACTERIZATION

By : Niken Sylvia Puspitasari  
Student Identity Number : 1115201003  
Supervisor : Prof. Dr. Darminto, M.Sc.

## ABSTRACT

*“The insertion of Na ions in the reduced graphene oxide from burning coconut shell and its characterization”*, has been carried by utilizing coconut shell base material. The purpose of this work to determine effect the insertation of Na ions in rGO for the phase and magnetism properties that appear. Coconut shell charcoal produced by carbonization was dissolved into aquades by adding rGO and NaCl concentration with a ratio of 1: 1, 1: 2, 2: 1. The same procedure is performed on a mixture of rGO and NaOH. Characterization have been used XRD, FTIR, SEM, EDX and SQUID. The same procedure is performed on a mixture of rGO and NaOH. Characterization is done using XRD, FTIR, SEM, EDX and SQUID. From the result of XRD analysis the sample Na inserted from NaCl form NaCl phase even though rGO phase still exist, whereas NaOH mixed samples have rGO phase. From the results of FTIR analysis of rGO and rGO samples: NaCl 1: 2 contains C = C, while rGO: NaOH 1: 2 contains C-NO<sub>2</sub> bond. The XRD results are reinforced by morphological analysis with SEM test and elemental composition with EDX test. Based on SQUID test analysis with variation of Na concentration to rGO, it has an effect on its magnetism and magnetism value increase with Na addition of Na concentration with higher concentration than rGO (M ~ 0.03 emu / g) due to Na element which slightly fill the void of element missing on lattice honeycomb rGO binding of single or double covalent with C.

Keywords: coconut shell, Na, rGO, SQUID

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Alhamdulillah, segala puji dan syukur hanya bagi Allah swt, atas segala rahmat, karunia, dan ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul “**Penyisipan Ion Na Pada Gugus Grafena Oksidasi Tereduksi Dari Hasil Pembakaran Tempurung Kelapa Dan Karakterisasinya**”. Tesis ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Fisika pada Program Pascasarjana FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penyusunan tesis ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan yang datang dari berbagai pihak yang sangat berarti, untuk itu dengan segenap kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan mertua tercinta atas segala doa dan restu, serta dukungan sehingga tesis ini dapat terlaksana dengan baik.
2. Suami dan anak-anak tersayang atas segala doa, sehingga bisa menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan tesis dengan baik.
3. Bapak Prof. Darminto M.Sc., selaku dosen pembimbing dan sekaligus dosen wali yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, arahan dan waktu yang telah diluangkan dengan penuh keikhlasan.
4. Bapak Prof. Suminar Pratapa, Ph.D serta Dr. rer. nat. Triwikantoro, M.Sc. serta selaku penguji yang telah memberikan masukan dan saran untuk menjadikan tesis ini lebih baik.
5. Bapak Malik Anjelh Baqiya yang telah membantu dalam uji SQUID.
6. Ketua program studi Pascasarjana Fisika Bapak Prof. Ir. Eddy Yahya, M.Sc., Ph.D.
7. Seluruh Dosen program Pascasarjana Fisika khususnya dosen fisika material yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama penulis belajar di Magister Fisika ITS Surabaya.
8. Semua staf Tata Usaha dan karyawan laboratorium Fisika Zat Padat dan Karakterisasi Material di lingkungan program studi Fisika.

9. Adik-adik tercinta Vironika Ervina P dan Elisa Dian R yang tiada henti dalam memberikan dukungan, motivasi, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikannya dengan tepat waktu.
10. Tim Grafena, Ananda Yogi Nugraheni, Dwi Noor Jayanti, dan Kurniasari, yang bersama-sama berjuang dan berkerja sama dalam melakukan riset rGO serta Sefrilita Risqi Adikaning R yang memberikan dukungan dalam penyelesaian tesis
11. Rekan-rekan Magister Fisika 2015, terimakasih atas semua pengalaman terbaru bersama kalian yang luar biasa.
12. Sahabat serta rekan-rekan penulis yang telah memberikan semangat serta doa sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan tepat waktu.

Penulis hanya dapat berdoa semoga mereka mendapatkan balasan kebaikan yang berlipat ganda, Amiin. Untuk menjadikan tulisan ini lebih baik, penulis mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca guna menyempurnakan tesis ini demi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dimasa mendatang. Akhir kata, penulis berharap tesis ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Surabaya, Juni 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>Judul Penelitian</b> .....	i
<b>Lembar Pengesahan</b> .....	v
<b>Abstrak</b> .....	vii
<b>Abstract</b> .....	ix
<b>Kata Pengantar</b> .....	xi
<b>Daftar Isi</b> .....	xiii
<b>Daftar Gambar</b> .....	xv
<b>Daftar Tabel</b> .....	xvii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
2.1 Atom Karbon .....	3
2.2 Sifat Magnetik Karbon .....	5
2.3 Grafena .....	5
2.4 Grafena Oksida Tereduksi.....	7
2.5 Sifat Kemagnetan rGO .....	10
2.6 Tempurung Kelapa Tua .....	12
2.7 Natrium Klorida (NaCl) .....	13
2.8 Natrium Hidroksida (NaOH) .....	14
2.9 Sifat Kemagnetan dari Penyisipan Ion Na .....	15
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b> .....	17
3.1 Alat dan Bahan Penelitian .....	17
3.1.1 Alat Penelitian .....	17
3.1.2 Bahan Penelitian .....	17
3.2 Prosedur Penelitian .....	17

3.2.1 Preparasi Sampel Serbuk Arang Tempurung Kelapa .....	17
3.2.2 Proses Wet Mixing.....	18
3.2.3 Proses Penyayatan .....	18
3.2.4 Karakterisasi Sampel .....	18
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	19
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>21</b>
4.1 Hasil Pola Difraksi Sinar-X .....	21
4.1.1 Hasil rGO, rGO:NaCl 2:1, dan rGO:NaOH 2:1 .....	21
4.2 Hasil Uji Particle Size Analyzer .....	24
4.3 Hasil Uji Fourier Transform Infrared .....	25
4.4 Hasil Scanning Elektron Microscopy.....	26
4.5 Hasil Energi Dispersive X-Ray Analyzer.....	27
4.6 Hasil SQUID.....	29
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>33</b>
5.1 Kesimpulan .....	33
5.2 Saran .....	33
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>35</b>
<b>Biografi .....</b>	<b>39</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konfigurasi elektron karbon pada ground dan exitasi state .....	3
Gambar 2.2	Lembaran grafena (2D) dapat dibentuk bola menjadi fullerence 0D, digulung menjadi nanotube 1D dan di tumpuk menjadi grafit 3D ..	4
Gambar 2.3	Struktur grafit .....	6
Gambar 2.4	Kisi honeycomb dan zona Brillouin nya. $a_1, a_2$ adalah vektor unit kisi, $b_1, b_2$ vektor kisi timbal balik yang sesuai dan $\delta_i, i = 1,2,3$ adalah vektor tetangga terdekat .....	7
Gambar 2.5	Struktur dari grafit, grafena oksida, dan grafena oksida tereduksi..	8
Gambar 2.6	FTIR <i>absorption spectra</i> sampel GO dan rGO .....	9
Gambar 2.7	Pola XRD sampel GO dan rGO .....	9
Gambar 2.8	Kurva Histeresis GO .....	11
Gambar 2.9	Kurva Histeresis rGO .....	12
Gambar 2.10	Keterkaitan suhu dengan magnetisasi di bawah bidang 10 Oe pada $K_n / Na_xK_{12-x}LSX$ ( $x = 2.4, 1.5, 1$ dan 0) .suatu nilai n dipilih untuk sifat ferrimagnetik. Sampel pada $x = 4, n = 7, 8$ diplot bersama-sama untuk dibandingkan nilai n.....	16
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	19
Gambar 4.1	Hasil XRD pembakaran tempurung kelapa tua.....	21
Gambar 4.2	Hasil uji XRD .....	22
Gambar 4.3	Hasil refinement rGO:NaCl 2:1 .....	23
Gambar 4.4	Hasil analisis MAUD rGO:NaCl 2:1 .....	24
Gambar 4.5	Hasil uji PSA .....	24
Gambar 4.6	Hasil uji FTIR .....	25
Gambar 4.8	Hasil uji SEM sampel rGO:NaCl 1:2 .....	26
Gambar 4.9	Hasil uji SEM sampel rGO:NaOH 1:2.....	27
Gambar 4.10	Hasil uji EDX sampel rGO:NaCl 1:2.....	28
Gambar 4.11	Hasil uji EDX sampel rGO:NaCl 1:2.....	29
Gambar 4.12	Hasil Uji Magnetisasi rGO, rGO:NaCl 1:1, rGO:NaOH 1:1 .....	30

Gambar 4.13 Hasil Uji Magnetisasi rGO, rGO:NaOH 1:1, rGO:NaOH 1:2, rGO:NaOH 2:1 .....	31
--	----



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat penting grafena .....	6
Tabel 4.1 Hasil refinement rGO:NaCl 2:1 .....	23
Tabel 4.2 Komposisi unsur hasil EDX .....	27

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sejak ditemukannya alotropi karbon yang berupa grafena pada tahun 2004 oleh Novoselov et al, penelitian tentang grafena mengalami kemajuan yang pesat. Grafena merupakan lembaran tipis penyusun karbon yang memiliki susunan atom berkerangka heksagonal yang mirip sarang lebah. Salah satu karakteristik yang paling menarik dari grafena adalah susunan atom karbon yang sangat teratur dan hampir sempurna. Kisi grafena tersusun atas dua lapisan atom karbon yang memiliki ikatan  $\sigma$ . Setiap atom karbon pada lapisan ini memiliki orbital  $\pi$  (Terroner et al., 2010).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Nugraheni (2014) tempurung kelapa terdiri dari karbon (C) 58.38%, oksigen (O) 41.37%, sulfur (S) 0.06%, klorida (Cl) 0.04%, dan kalium (K) 0.16%. Tempurung kelapa yang telah dikarbonisasi ini membentuk grafena oksida tereduksi (rGO). Secara teori, Grafena Oksida Tereduksi (rGO) merupakan grafena oksida yang mengalami reduksi atom-atom oksigen dan hidrogen sehingga membentuk struktur dan sifat yang menyerupai grafena. Berdasarkan hasil penelitian Sarkar et al (2014) dan Maulana (2016) tentang sifat kemagnetan grafena oksida tereduksi (rGO) diteliti menunjukkan sifat superparamagnetik.

Pada tahun 2009, Duong Thi Hanh et al melakukan penelitian tentang sifat kemagnetan zeolit yang meningkat menjadi feromagnetik dengan menambahkan Na. Konsentrasi Na dan suhu mempengaruhi sifat kemagnetan zeolit. Berdasarkan penelitian sebelumnya maka penulis mencoba meneliti tentang pengaruh konsentrasi Na terhadap rGO dan karakterisasinya.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, maka dibuatlah rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana struktur fasa dari penyisipan Na pada grafena oksida tereduksi (rGO)?
2. Bagaimana sifat kemagnetan rGO setelah disisipi Na?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh struktur fasa dari penyisipan Na pada grafena oksida tereduksi (rGO)
2. Mengetahui sifat kemagnetan rGO setelah disisipi Na

### **1.4 Batasan Penelitian**

Untuk menghindari meluasnya objek kajian dalam penelitian ini, maka diberikan batasan penelitian diantaranya bahan dasar sampel penelitian menggunakan tempurung kelapa tua yang dikarbonasi. Perbandingan mol rGO dan NaCl yang digunakan sebesar 1:1, 1:2 dan 2:1 begitu juga dengan perbandingan mol rGO dan NaOH. Pada penelitian ini dilakukan uji sampel dengan menggunakan karakterisasi yang menunjang seperti XRD , FTIR, SEM-EDX, dan SQUID.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

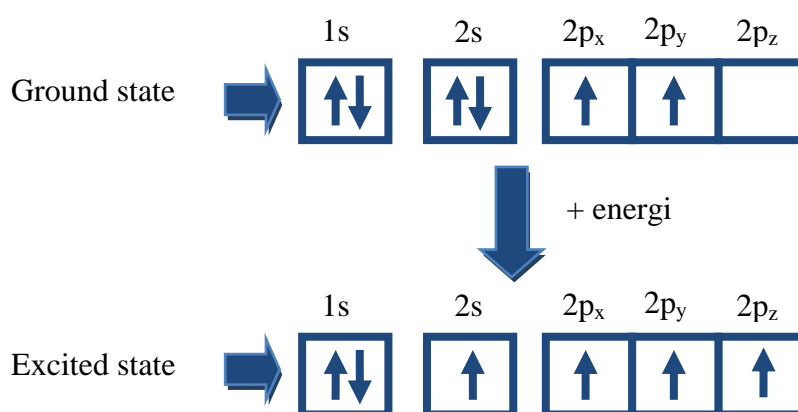
Manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah memberikan informasi akan pengaruh penyisipan ion Na pada rGO terhadap struktur fasa, serta sifat kemagnetan rGO yang telah disisipi ion Na memberikan gambaran tentang pemanfaatan lebih dalam tempurung kelapa serta memperkaya penelitian di bidang bahan alam yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi teknologi, serta sebagai rujukan penelitian penelitian selanjutnya.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Atom Karbon

Karbon merupakan unsur golongan VI pada tabel periodik dengan simbol C dan memiliki nomer atom 6. Karbon memiliki enam buah elektron, dua buah elektron menempati kulit 1s yang disebut elektron inti, sedangkan empat buah elektron lainnya menempati kulit 2s dan 2p yang disebut dengan elektron terluar. Maka konfigurasinya dapat ditulis  $1s^2 2s^2 2p^2$ . Namun jika ada energi, satu elektron pada kulit 2s pindah pada orbital ketiga 2p, untuk membentuk ikatan kovalen dengan atom lain sehingga konfigurasi elektronnya menjadi  $1s^2 2s^1 2p^3$ . Tingkat energi dasar dan eksitasi dapat digambarkan pada Gambar 2.1



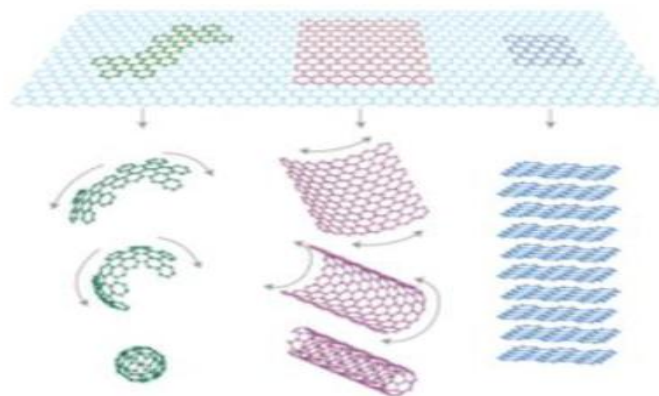
Gambar 2.1 Konfigurasi elektron karbon pada ground dan exitasi state (Fadil, 2013)

Hibridisasi karbon menyebabkan terbentuknya berbagai alotrop. Alotrop merupakan bentuk struktur yang berbeda yang terbentuk dari elemen yang sama dan dapat memiliki sifat fisik yang berbeda. Meskipun berlian dan grafit merupakan alotrop dari karbon, diamond memiliki sifat transparansi yang tinggi sedangkan grafit sebaliknya memiliki sifat buram dan hitam. Berlian merupakan bahan yang keras sedangkan grafit merupakan bahan yang lunak.

Atom karbon memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan  $sp$ ,  $sp^2$ , dan  $sp^3$ , berupa orbital hibrida.

- Hibridisasi  $sp$  : hibridisasi ini terjadi ketika orbital s dan salah satu orbital p digabungkan untuk membentuk dua orbital hibrida yang berupa garis lurus. Sudut yang terbentuk antara orbital satu dan lainnya sebesar  $180^\circ$ . Karena jenis hibridisasi jenis  $sp$  hanya menggunakan salah satu orbital p. Maka masih terdapat dua orbital p yang tersisa dari karbon yang dapat digunakan. Dalam hibridisasi  $sp$  ini dapat dituliskan
- Hibridisasi  $sp^2$  : hibridisasi ini menggunakan orbital s dan dua buah orbital p untuk membentuk tiga orbital hibrida. Dalam jenis hibridisasi ini, tiga spin berada dalam orbit yang sama. Susunan geometris dari ketiga orbital hibrida  $sp^2$  ini adalah bidang datar dan terdapat sudut  $120^\circ$  diantara orbital tersebut. Sisa orbital p tetap tidak berubah dan tegak lurus terhadap bidang dari ketiga orbital  $sp^2$ . Jenis hibridisasi ini dapat direpresntasikan
- Hibridisasi  $sp^3$  : hibridisasi ini merupakan gabungan dari  $2s$ ,  $2p_x$ ,  $2p_y$  dan  $2p_z$ . Diamond merupakan bahan yang memiliki struktur ini. Keempat orbital hibrida tersebut dapat dituliskan

Jenis ikatan tersebut berpengaruh terhadap sifat bahan, berlian bersifat sebagai isolator sedangkan grafit bersifat konduktor. Karbon dapat membentuk beberapa alotrop anorganik dengan berbagai dimensi seperti grafit (3D), fullerene (0D), nanotube (1D) dan graphene (2D)



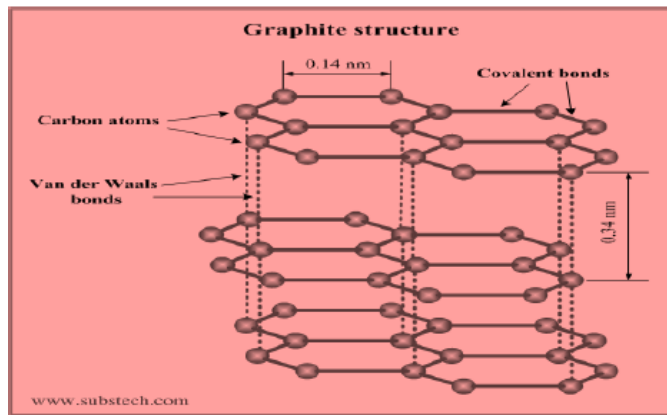
Gambar 2.2 Lembaran grafena (2D) dapat dibentuk bola menjadi fullerece 0D, digulung menjadi nanotube 1D dan di tumpuk menjadi grafit 3D (Geim, A. K dkk, 2007)

## 2.2 Sifat Magnetik Karbon

Sebagian bahan magnetik merupakan unsur yang mengandung elektron pada orbit 3d dan 4f. Dengan tidak adanya medan magnet luar, maka pada sistem periodik hanya Fe, Co, dan Ni yang bersifat feromagnetik pada suhu kamar. Sifat magnetik tersebut disebabkan karena orbital hanya terisi sebagian. Aturan Hund berkaitan dengan sifat paramagnetik atom. Jika tidak ada aturan Hund, dan jika elektron cenderung selalu berpasangan dengan spin berlawanan, maka setiap atom dengan jumlah elektron genap, pastilah bersifat diamagnetik. Tapi karena aturan Hund menyatakan bahwa pada orbital-orbital yang energinya sama, elektron cenderung tak berpasangan dengan spin searah, maka atom karbon (C) dan oksigen (O) misalnya, bersifat paramagnetik. Atom-atom dengan jumlah elektron ganjil, sudah pasti bersifat paramagnetik, karena sudah pasti ada spin elektron tunggal.

## 2.3 Grafena

Grafena merupakan lapisan tunggal dari atom karbon yang kisinya berbentuk sarang lebah. Grafena merupakan nanomaterial dua dimensi yang terdiri dari lapisan atom tunggal dari karbon yang memiliki ikatan  $sp^2$ . Pada tahun 2003 Novoselov dan Geim berhasil mengelupas lapisan tunggal dari grafena. Antar lapisan grafena memiliki ikatan Van der Waals. Ikatan ini memiliki daya tarik yang lemah dengan jarak antara lapisan graphene yang berdekatan adalah  $3.41 \text{ \AA}$  (0.341nm)



Gambar 2.3 Struktur Grafit

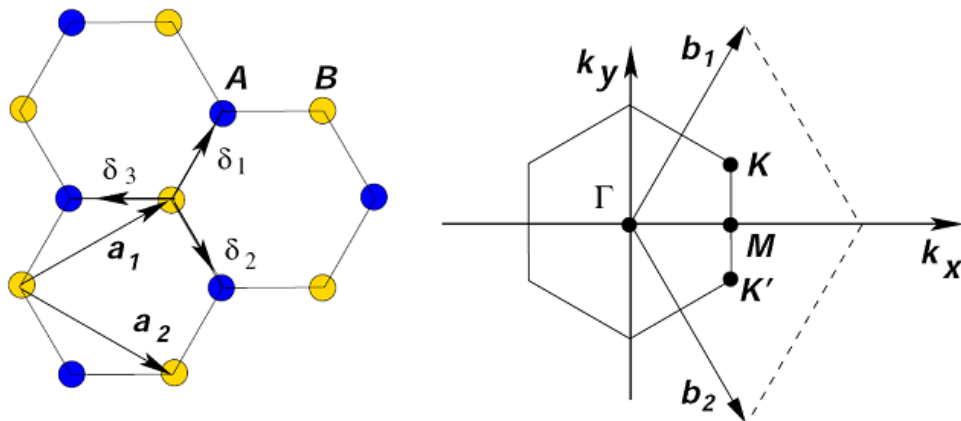
([https://www.google.se/search?q=graphene+structure&espv=2&biw=1920&bih=935&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ\\_AUoAWoVChMI1KXMptTiyAIVpJdyCh11AArw#imgrc=xMbdpfJEXG22SM%3A](https://www.google.se/search?q=graphene+structure&espv=2&biw=1920&bih=935&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI1KXMptTiyAIVpJdyCh11AArw#imgrc=xMbdpfJEXG22SM%3A))

Grafena memiliki sifat yang luar biasa karena merupakan bahan yang tipis bahkan 200 kali lebih kuat dari baja (Berman , 2014, Leel, 2010). Konduktivitas termal grafena ~33 kali lebih besar dari silikon (Pourzand, 2013)

Tabel 2.1 Sifat penting grafena

No	Sifat	Nilai	Referensi
1	Luas area permukaan	~(3000 m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	Ciesielskia, 2014 Chae, 2004
2	Regangan elastisitas	~20%	Wongbong 2001
3	Transparansi optik	~97.7%	Xiao Huang, 2012 Nair, 2008
4	Daya tarik	~(130GPa)	Ciesielskia, 2014 Faccio,2009
5	Konduktivitas termal	~((3000-5000)WmK <sup>-1</sup> )	Ciesielskia, 2014 Balandin, 2011 Scarpa, 2009 Park, 2009





Gambar 2.4 Kisi honeycomb dan zona Brillouin nya.  $a_1, a_2$  adalah vektor unit kisi,  $b_1, b_2$  vektor kisi timbal balik yang sesuai dan  $\delta_i, i = 1,2,3$  adalah vektor tetangga terdekat. (AH Castro Neto dkk, 2009)

Struktur pita graphene awalnya dinyatakan oleh P. R. Wallace pada tahun 1948 yaitu semi-logam. Sekarang graphene dikenal sebagai semimetal semikonduktor (zero bandgap). Kisi kristal dari graphene berisi dua sublattices mengandung atom A dan B, yang membentuk sel satuan (Gambar 2.4).

Zona Brillouin juga berbentuk heksagonal, dengan titik  $\Gamma$  sebagai pusatnya dan titik K dan K' sebagai sudut yang setara, di mana ada simetri yang tinggi yang disebut Dirac poin. K dan K' poin inequivalent yang berkaitan dengan atom A dan B di sel satuan. Tumpang tindih dua sublattices graphene, dua band energi terbentuk; valensi band (bawah kerucut) dan pita konduksi (atas kerucut) menunjukkan sudut dari zona Brillouin. struktur kristal ini menghasilkan elektronik linear.

## 2.4 Grafena Oksida Tereduksi

Perbedaan antara GO dan rGO adalah pada struktur lapisannya, yang mana grafit oksida merupakan tumpukan-tumpukan dari grafena oksida. Grafena oksida dapat dihasilkan dari proses pengelupasan grafit oksida. Secara teori, Grafena Oksida Tereduksi (rGO) merupakan grafena oksida yang mengalami reduksi atom-atom oksigen dan hidrogen sehingga membentuk struktur dan sifat

yang menyerupai grafena. Grafena adalah susunan atom karbon yang membentuk lembaran setipis satu atom dengan susunan kisi kristal sarang lebah (heksagonal). Grafena oksidasi tereduksi (rGO) dapat diperoleh dengan menghilangkan kelompok fungsional (*functional groups*) dalam grafena oksida melalui reduksi kimia. Akan tetapi, grafena oksidasi tereduksi cenderung mengumpul karena adanya ikatan lemah Van Der Waals yang disebabkan oleh grup fungsi yang telah dihilangkan. Gaya lemah akan membuat tolakan antar lapisan grafena oksida, ketika berkurang rGO terbentuk cenderung menggumpal karena tidak dapat tersebar dengan baik di dalam air atau pelarut.

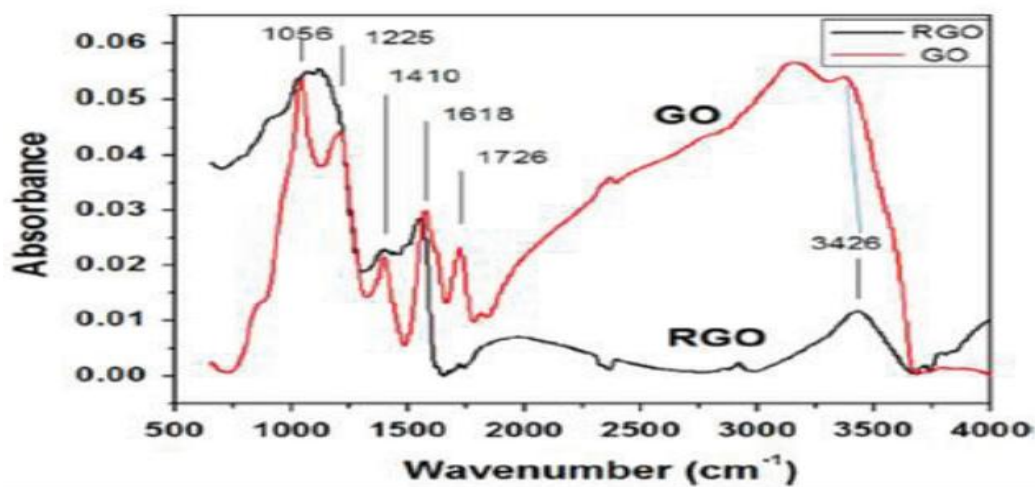


Gambar 2.5 Struktur dari grafit, grafena oksida, dan grafena oksida tereduksi (<https://www.utu.fi/>)

Dari penelitian yang dilakukan Sarkar et al (2014), bahwa rGO juga dapat disintesis dengan mereduksi grafena oksida (GO) menggunakan Natrium Borohidrat ( $\text{NaBH}_4$ ) dengan modifikasi metode Hummer dan Offeman. Hasil FTIR GO dan rGO (Gambar 2.4) menunjukkan perbedaan yaitu gugus fungsi  $\text{-OH}$  menghilang secara signifikan pada sampel rGO. Hal ini menunjukkan bahwa selama proses reduksi GO, gugus fungsi  $\text{-OH}$  mengalami reduksi. Perbedaan antara GO dan rGO adalah pada struktur lapisannya, yang mana grafit oksida merupakan tumpukan-tumpukan dari grafena oksida. Grafena oksida dapat dihasilkan dari proses pengelupasan grafit oksida.

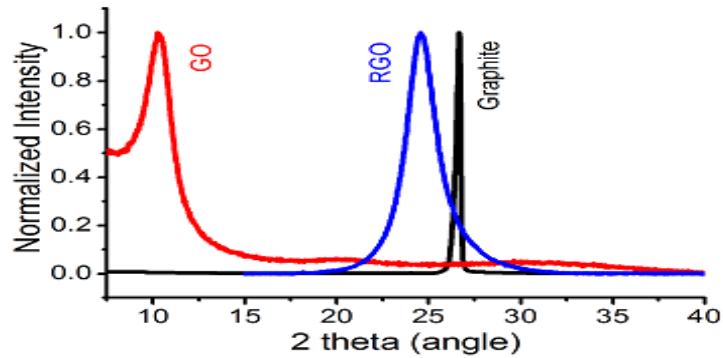
Hasil FTIR penelitian yang dilakukan Sarkar et al (2014) menunjukkan adanya berbagai jenis fungsi oksigen pada grafit oksida yaitu pada  $3400\text{ cm}^{-1}$  (peregangan getaran O-H), pada  $1726\text{ cm}^{-1}$  (peregangan getaran C=O), pada  $1618$

$\text{cm}^{-1}$  (getaran skeletal dari domain grafit yang tidak teroksidasi), pada  $1225 \text{ cm}^{-1}$  (peregangan getaran C-OH) dan pada  $1056 \text{ cm}^{-1}$  (peregangan getaran C-O). Spektrum FTIR dari rGO menunjukkan bahwa peregangan getaran O-H pada  $3400 \text{ cm}^{-1}$  berkurang secara signifikan karena deoksigenisasi, namun peregangan getaran dari C=C pada  $1618 \text{ cm}^{-1}$  masih teramati dan peregangan getaran C-O pada  $1410 \text{ cm}^{-1}$  melemah disebabkan oleh sisa kelompok karboksil setelah adanya reduksi  $\text{NaBH}_4$



Gambar 2.6 FTIR *absorption spectra* sampel GO dan rGO.  
(Sarkar et al, 2014)

Pada penelitian yang dilakukan Surajit Some dkk (2012) karakterisasi dengan XRD menunjukkan bahwa puncak  $2\theta$  bubuk grafit berada di  $26,711^\circ$  yang menunjukkan bahwa jarak antar lapisan adalah  $3,34 \text{ \AA}$  sedangkan puncak  $2\theta$  pada GO di  $10,271^\circ$ , hal ini yang mengindikasikan bahwa grafit sepenuhnya teroksidasi menjadi GO dengan jarak antar lapisan  $8,60 \text{ \AA}$

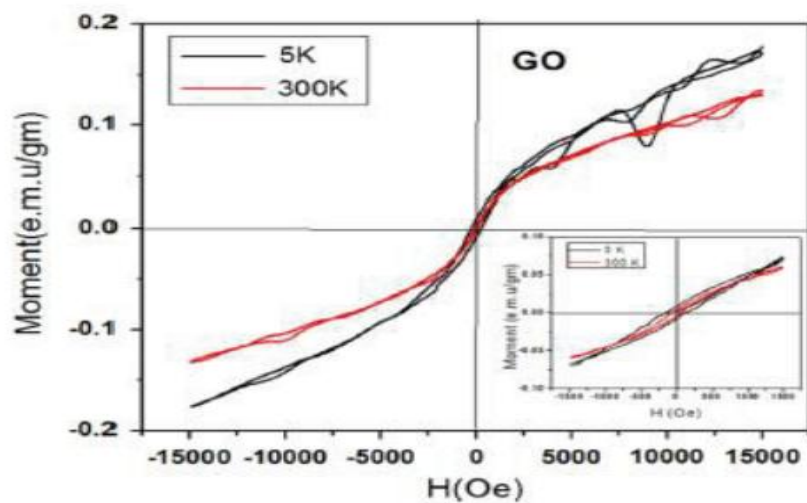


Gambar 2.7 Pola XRD sampel GO dan rGO.  
(Surajit Some et al, 2012)

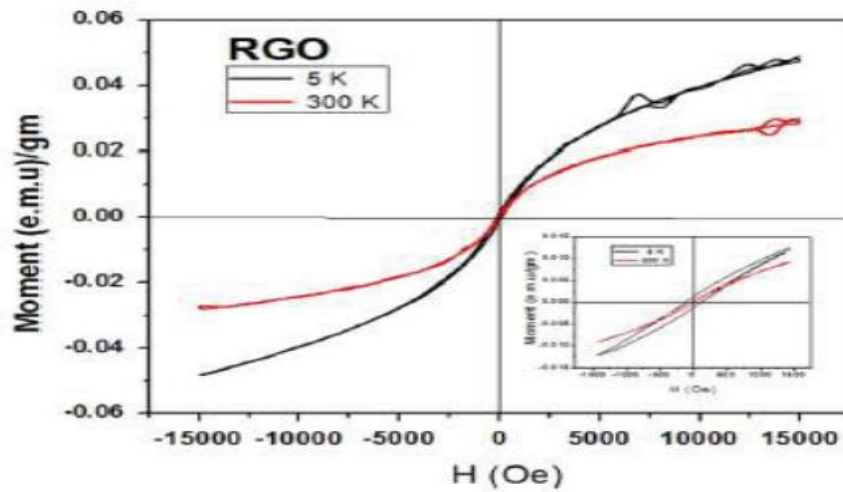
## 2.5 Sifat Kemagnetan rGO

Berdasarkan hasil penelitian Sarkar et al (2014) tentang sifat kemagnetan grafit oksida (GO) dan grafena oksida tereduksi (rGO). Kedua sampel yang diteliti menunjukkan sifat superparamagnetik yang lemah. Sifat superparamagnetik ini ditunjukkan oleh kurva *Zero field cooled* (ZFC) dan kurva *Field cooled* (FC). Mulai dari suhu *blocking* TB, dua kurva secara bertahap berpisah yaitu, kurva ZFC membungkuk ke bawah dan kurva FC bergerak ke atas. Perpindahan ini secara bertahap meningkat dengan penurunan suhu sampai suhu terendah yaitu 5K. Pemisahan kurva FC dari kurva ZFC dikaitkan dengan evolusi magnetisasi dengan waktu (relaksasi sementara). Proses relaksasi ini dikarenakan adanya energi penghalang magnetik anisotropi. Hal ini mengindikasikan adanya sifat superparamagnetik. Namun dalam kasus grafena energi anisotropi tidak diperkirakan karena penjelasan teoretikalnya masih kurang. Kemudian sifat superparamagnetik ini diperkuat dengan kurva histeresis hubungan antara momen magnetik (M) dengan medan magnet eksternal (H) (Gambar 2.6 dan 2.7). Indikasi sifat superparamagnetik lainnya dari sampel GO dan rGO ditunjukkan oleh penurunan suhu *blocking* dengan meningkatnya medan magnet (H). Medan koersif (HC) telah diperkirakan ~210Oe (untuk GO) dan ~120Oe (untuk rGO) pada suhu 5K. Nilai HC sangat kecil (~30Oe) untuk kedua sampel pada suhu 300K. Sampel rGO ( $M_{\max}=0,06$  emu/gr) menunjukkan nilai relatif lebih rendah dari momen magnetik GO ( $M_{\max}= 0,20$  emu/gr). Ini jelas menunjukkan bahwa

gugus fungsi oksigen yang terkait yaitu O-H, yang berpengaruh terhadap karakteristik magnetik dari GO. Karena gugus fungsi O-H secara bertahap dihilangkan selama proses reduksi untuk pembuatan rGO, karena itulah momen magnetiknya rendah. Adanya cacat yang disebabkan oleh momen magnetic (unit spin) ditambah dengan interaksi feromagnetik dapat berperilaku sebagai satu domain. Terbentuknya cluster domain tunggal inilah yang menyebabkan sifat superparamagnetik pada sampel GO dan rGO. Selain dari cluster domain tunggal, adanya cacat lain disebabkan oleh momen (unit spin) dan interaksi feromagnetik, sehingga sampel GO dan rGO ini memiliki daerah feromagnetik dan superparamagnetik (Sarkar dkk, 2014).



Gambar 2.8 Kurva Histeresis GO (Sarkar, 2014).



Gambar 2.9 Kurva Histeresis rGO (Sarkar, 2014).

## 2.6 Tempurung Kelapa Tua

Pohon kelapa atau sering disebut pohon nyiur biasanya tumbuh pada daerah atau kawasan tepi pantai. Buah kelapa terdiri dari kulit luar, sabut, batok kelapa, kulit daging (testa), daging buah, air kelapa dan lembaga. Buah kelapa yang sudah tua memiliki bobot sabut (35%), tempurung (12%), endosperm (28%) dan air (25%) (Setyamidjaja, D., 1995). Batok kelapa adalah salah satu bahan karbon aktif yang kualitasnya cukup baik dijadikan arang aktif. Bentuk, ukuran dan kualitas batok kelapa merupakan hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan arang aktif. Kualitas batok kelapa dan proses pembakaran sangat menentukan rendemen karbon aktif yang dihasilkan. Tempurung kelapa sangat berpotensi dalam pembuatan arang aktif hal ini dikarenakan tempurung kelapa mengandung karbon berkisar 66,79-77,73% (Suhartana, 2006)

Tempurung kelapa merupakan bahan organik yang terdiri dari beberapa komponen seperti hemiselulosa, selulosa, dan lignin. Selulosa merupakan senyawa organik dengan formula  $(C_6H_{10}O_5)_n$  yang terdapat pada dinding sel dan berfungsi untuk menguatkan struktur. Hemiselulosa merupakan polimer polisakarida heterogen yang tersusun dari unit D-Glukosa, L-Arabiosa, dan D-Xilosa yang mengisi ruang antara serat selulosa di dalam dinding sel tumbuhan. Sehingga hemiselulosa adalah matriks pengisi serat selulosa. Komponen lainnya

yaitu lignin yang berfungsi sebagai pengikat sel-sel yang lain dan memberikan kekuatan. Selulosa, hemiselulosa, dan lignin sangat berpengaruh terhadap kandungan fasa karbon yang terbentuk.

## 2.7 Natrium Clorida (NaCl)

Natrium Clorida (NaCl) merupakan salah satu contoh padatan ionik karena tersusun atas ion-ion berlawanan muatan yang saling tarik menarik. Senyawa penyusun NaCl memiliki sifat senyawa yang khas dan sangat berbeda dengan senyawa yang disusunnya. Contohnya, unsur Na yang mudah meledak dalam air dan ternyata justru berlainan sifat dengan NaCl yang cenderung mudah larut dalam air dan terionisasi. Hal ini diakibatkan karena adanya pengaruh anion-anion yang diikat oleh Na dalam NaCl sehingga menyebabkan sifat asli dari Na hilang. Dalam padatan ionik seperti kristal yang tersusun dari ion-ion akan terjadi tarik-menarik antara kation dan anion yaitu gaya elektrostatik Coulomb serta tolak-menolak ion sejenis. Keseimbangan antara tarik-menarik dan tolak-menolak ini menghasilkan energi kisi kristal. Atom Na hanya mempunyai satu elektron valensi. Dengan menyerahkan elektron tersebut tercapai susunan elektron seperti neon dan Na menjadi bermuatan positif  $\text{Na}^+$ . Atom Cl memiliki 7 elektron valensi, dengan menerima satu elektron tambahan akan membentuk anion,  $\text{Cl}^-$ . Natrium klorida (NaCl) senyawa ionik dengan jumlah Na dan Cl yang sama.

Senyawa alkali halida seperti NaCl menunjukkan bahwa jarak antar ion adalah jumlah jari-jari ion positif dan jari-jari ion negatif, sehingga jumlah ini dapat digunakan untuk menjelaskan struktur dari kristal ioniknya. Perbandingan jari-jari ion dapat memberikan gambaran mengenai bilangan koordinasi. Jari-jari ion  $\text{Na}^+$  ( $r_+$ ) = 0,95 Å dan jari-jari ion  $\text{Cl}^-$  ( $r_-$ ) = 1,81 Å, sehingga perbandingan jari-jari ion ( $r_+/r_-$ ) NaCl = 0,414. Telah ditetapkan bahwa batas  $0,414 \leq r_+/r_- \leq 0,732$  akan memberikan struktur octahedral. Struktur octahedral yang banyak bergabung menjadi bentuk seperti kubus.

Hal ini berarti kristal NaCl memiliki bilangan koordinasi 6, dimana 1 kation  $\text{Na}^+$  dikelilingi 6 anion  $\text{Cl}^-$ . Pada jarak antar ion yang sangat besar secara energetika yang terbentuk adalah atom Na dan Cl. Apabila kedua partikel saling

mendekat, maka keduanya berubah menjadi ion. Adanya gaya elektrostatik yang besar yang menyebabkan kedua ion mendekat sampai tercapai keadaan setimbang, yaitu pada titik minimum. Pada jarak yang sangat dekat ini yang berperan adalah gaya tolak-menolak antara ion yang bermuatan sejenis. Kristal ion yang terbentuk kemudian terdiri dari susunan teratur dari kation  $\text{Na}^+$  dan anion  $\text{Cl}^-$  dalam kisi kristal. Kisi Kristal adalah kumpulan dari satuan-satuan kecil yang disebut sel satuan dan ion-ion dinyatakan sebagai titik-titik. Perbedaan lain dari senyawa  $\text{NaCl}$  berbentuk kristal dengan ion-ion yang menyusunnya, yaitu jari-jari kristal  $\text{Na}^+$  atau  $\text{Cl}^-$ . Hal ini disebabkan dalam kristalnya, terjadi menarik antara kation dengan anion yang memperkecil jarak antar ionnya ( $r$  kristal). Jadi, struktur oktahedral  $\text{NaCl}$  ini akan bertumpuk dengan semakin banyaknya atom  $\text{Na}$  dan  $\text{Cl}$  yang bergabung sehingga menghasilkan kristal  $\text{NaCl}$ .

## **2.8 NaOH (Natrium Hidroksida)**

Natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), juga dikenal sebagai soda kaustik, adalah sejenis basa logam kaustik. Natrium hidroksida membentuk larutan alkalin yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. Natrium Hidroksida digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Natrium hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia. Sifat Fisik  $\text{NaOH}$  antara lain berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran, bersifat lembab cair dan secara spontan ataupun larutan jenuh 50%, Titik leleh  $318^\circ\text{C}$ , Titik didih  $1390^\circ\text{C}$ , padatan berwarna putih.

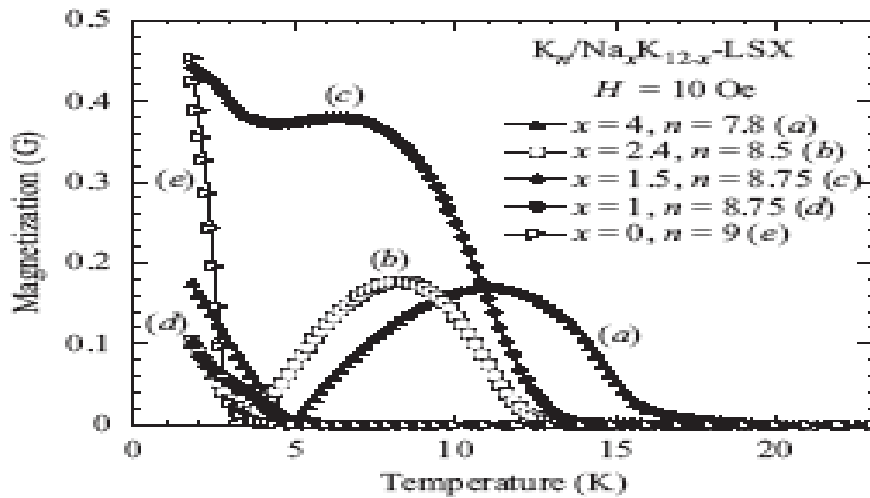
Larutan natrium hidroksida akan meninggalkan noda kuning pada kain dan tidak larut dalam dietil eter dan pelarut non-polar lainnya. Larut dalam etanol dan metanol, sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan. Menyerap karbon dioksida dari udara bebas.

Sedangkan sifat Kimia  $\text{NaOH}$  antara lain sangat mudah terionisasi membentuk ion natrium dan hidroksida.



## 2.9 Sifat Kemagnetan dari Penyisipan Ion Na

Berdasarkan penelitian Duong Thi Hanh tentang ketergantungan sifat feromagnetik yang kuat terhadap konsentrasi Na dalam paduan Na-K pada silika rendah x zeolit, diperoleh grafik yang menampilkan keterkaitan suhu dengan magnetisasi (M) dengan berbagai konsentrasi Na. Sifat kemagnetan yang terukur diamati di bawah bidang 10 Oe untuk nilai x yang berbeda. Pada temperature di bawah temperatur Curie, yang menunjukkan sifat kemagnetan spontan yaitu ferrimagnetik atau feromagnetik. Masing-masing kepadatan sampel K adalah (a)  $n = 7,8$  untuk  $x = 4$ , (b)  $n = 8,5$  untuk  $x = 2,4$ , (c)  $n = 8,75$  untuk  $x = 1,5$ , (d)  $n = 8,75$  untuk  $x = 1$  dan (e)  $n = 9$  untuk  $x = 0$ . Untuk sample (a), sifat kemagnetan tiba-tiba meningkat dengan ditandai penurunan suhu pada 16 K, dan terbentuk puncak pada  $T = 11$  K dan suhu minimum di 5 K, serta pada 5 K terjadi peningkatan yang signifikan. Pada suhu ini sifat kemagnetan dapat dikarakterisasikan sebagai ferrimagnetik tipe N yang diambil dari Ne'el. Suhu di nol (minimum) disebut suhu kompensasi,  $T_{comp}$ , yang ditunjukkan pada sample (a) pada 5 K. Sedangkan suhu Curie asimtotik,  $T_C$ , diperoleh dari polarisasi ekstra berdasarkan hukum Curie-Weiss yang berada tepat di atas  $T_C$ .  $T_C$  pada sampel (a) diperkirakan berada di 20 K. Pada kurva M-T sampel (b) juga menunjukkan perilaku karakteristik dari tipe N ferrimagnetisme, tetapi dengan  $T_C$  14 K dan  $T_{comp}$  4 K. Ketika  $x = 1,5$ , sampel (c) berbeda dari sampel (a) dan (b). Ketika terjadi penurunan suhu, sifat kemagnetan meningkat saat 15 K dan kemudian menunjukkan penurunan di sekitar 4 K, ketika  $x = 1$  dalam sampel (d), mirip dengan sampel (c), tetapi nilai M adalah jauh lebih kecil dibandingkan dengan sampel (c). Selain itu,  $T_C$  untuk sampel (d) pada 5 K, jauh lebih rendah daripada sampel dengan x lebih tinggi (sampel (a), (b) dan (c)). Ketika  $x = 0$  dalam sampel (e),  $T_C$  terjadi saat 4 K, yang lebih rendah dari sampel (d). M menunjukkan peningkatan bawah  $T_C$ .



Gambar 2.10 Keterkaitan suhu dengan magnetisasi di bawah bidang 10 Oe pada  $K_n / Na_xK_{12-x}$ -LSX ( $x = 2.4, 1.5, 1$  dan  $0$ ). Suatu nilai  $n$  dipilih untuk sifat ferrimagnetik. Sampel pada  $x = 4, n = 7,8$  diplot bersama-sama untuk dibandingkan nilai  $n$  (Duong Thi Hanh et al, 2009)

Berdasarkan penelitian Duong Thi Hanh, maka akan dilakukan penelitian dengan menyisipkan ion Na pada rGO, yang bertujuan untuk mengetahui sifat kemagnetan rGO setelah disisipi Na melalui proses chemical / thermal exfoliation yaitu menyisipkan ion Na yang berasal dari NaCl maupun NaOH diantara layer rGO yang akan dikarakterisasi dengan FTIR, XRD, SEM-EDX, serta SQUID

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **3.1.1 Alat Penelitian**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gelas ukur, tabung reaksi, mortar, spatula, kertas saring, neraca digital, alat ultrasonik, dan *hotplate*, *sentrifuge*. Untuk menganalisis sampel XRD, FTIR, SEM, EDX dan SQUID.

##### **3.1.2 Bahan-bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk arang tempurung kelapa, aquades, NaCl dan NaOH.

#### **3.2 Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian dapat dijelaskan dari beberapa bagian, diantaranya preparasi sampel serbuk arang tempurung kelapa tua, proses mixing, proses exfoliation (penyayatan), dan karakterisasi sampel uji

##### **3.2.1 Preparasi Sampel Serbuk Arang Tempurung Kelapa**

Langkah awal dalam penelitian ini yaitu dengan memilih tempurung kelapa tua. Tempurung yang diperoleh dibersihkan dari daging dan serabut kasarnya kemudian dijemur dibawah sinar matahari untuk mengurangi kadar air agar mudah dibakar. Serabut halus dihilangkan dengan cara diampelas menggunakan bor. Selanjutnya tempurung kelapa dibakar dalam kondisi atmosfer dan didapatkan arang dan abu. Arang dihaluskan dengan menggunakan mortar sehingga berbentuk serbuk. Serbuk yang didapatkan kemudian disaring dengan ukuran 200 mesh.

### **3.2.2 Proses wet mixing**

Pada langkah selanjutnya, serbuk arang hasil ayakan dimixing dengan rGO dan dilarutkan dalam aquades. Pada proses mixing diberikan penambahan suhu 80°C. Perbandingan konsentrasi rGO dan NaCl yang dilarutkan dalam aquades adalah 1:1, 1:2, 2:1. Prosedur yang sama dilakukan pada rGO dan NaOH

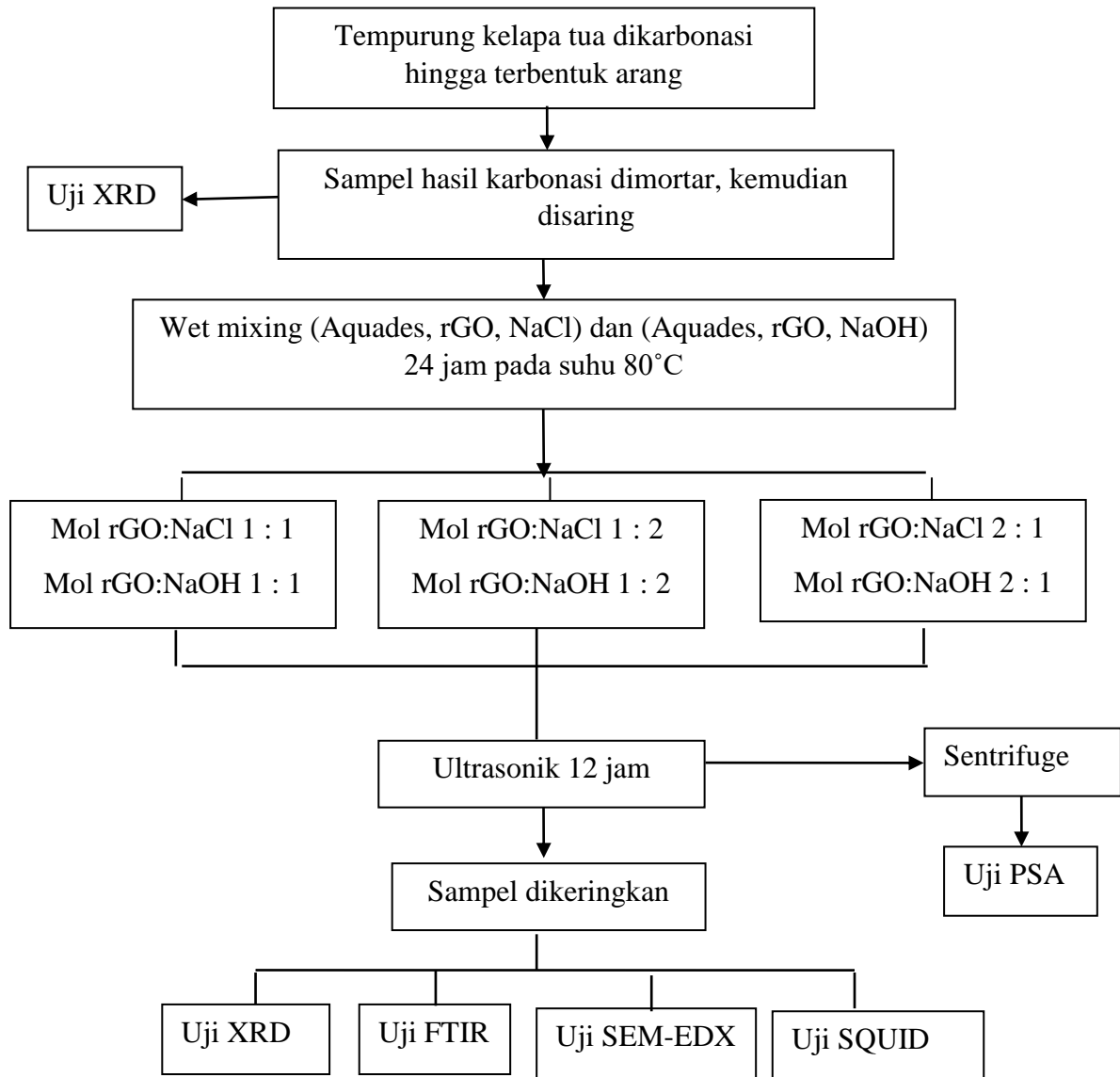
### **3.2.3 Proses Penyayatan**

Serbuk arang tempurung kelapa yang telah dimixing kemudian diultrasonik untuk mendapatkan *single layer* dari rGO selama 12 jam. Langkah akhir, larutan sampel dilakukan proses sentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 60 menit. Sampel kemudian diuji PSA untuk mengetahui ukuran partikel. Tahap selanjutnya adalah mengeringkan sampel.

### **3.2.4 Karakterisasi Sampel**

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi uji sampel dengan menggunakan XRD, FTIR, SEM-EDX, SQUID. Karakterisasi fasa dilakukan dengan uji XRD dan karakterisasi jenis ikatan dilakukan dengan uji FTIR di laboratorium Material dan Metalurgi. karakterisasi morfologi bahan dengan uji SEM-EDX di LPPM ITS. Karakterisasi sifat magnetik rGO yang disisipi Na dilakukan dengan uji SQUID di Department Applied Physics, Graduate School of Engineering, Tohoku University, Japan

### 3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

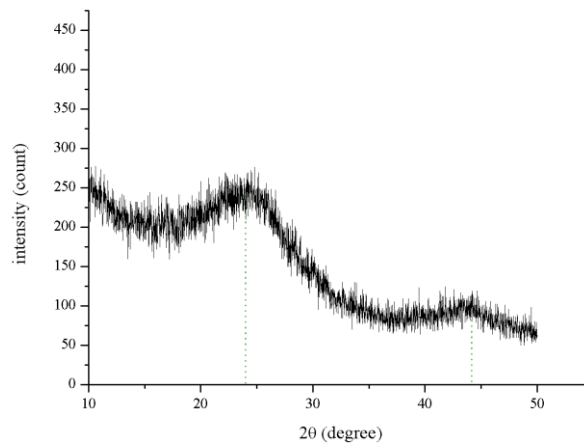
***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pola Difraksi Sinar-X

Uji XRD dilakukan untuk mengidentifikasi fasa awal yang terbentuk dari arang tempurung kelapa tua. Hasil pengujian XRD ini menunjukkan bahwa sampel tempurung kelapa berupa amorf yang memiliki 2 puncak yaitu  $24^\circ$  dan  $44^\circ$  (Gambar 4.1), karena berupa amorf maka pengujian dilakukan secara kualitatif dengan membandingkan dengan penelitian Fu et al (2015) dan sampel dengan puncak tersebut merupakan rGO.



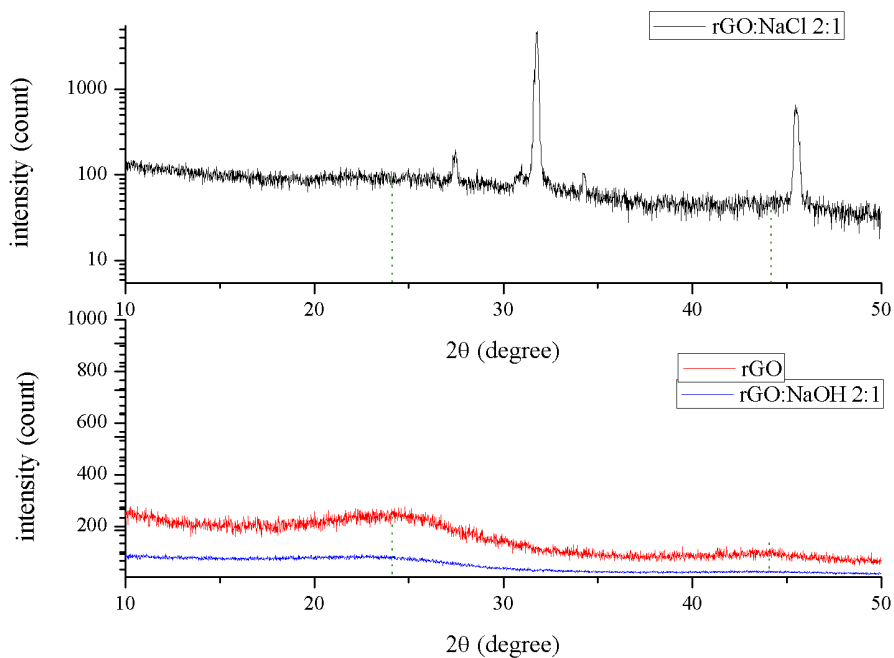
Gambar 4.1 Hasil XRD pembakaran tempurung kelapa tua

Munculnya puncak lebar di sekitar sudut  $2\theta$  yaitu  $24^\circ$  merupakan refleksi dari bidang (002) dan puncak lebar di sekitar sudut  $2\theta$  yaitu  $44^\circ$  merupakan refleksi dari bidang (100). Kedua refleksi tersebut mengindikasikan adanya lembaran grafena dengan kisi kristal honeycomb (hexagonal) yang merupakan hibridisasi dari  $sp^2$ .

#### 4.1.1 Hasil Uji XRD rGO, rGO:NaCl 2:1, dan rGO:NaOH 2:1

Setelah uji XRD dilakukan pada rGO, rGO:NaCl 2:1, dan rGO:NaOH 2:1 diperoleh hasil bahwa puncak lebar dari uji XRD rGO yang dihasilkan

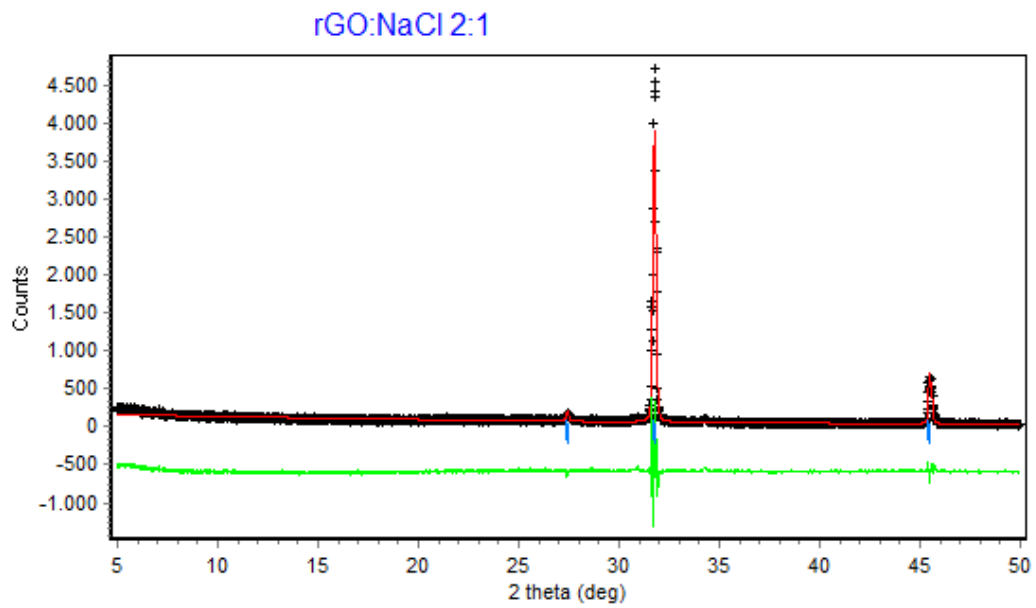
mengindikasikan ukuran kristal yang kecil dari fasa rGO dan struktur lapisan rGO tersusun dalam rentang tumpukkan lapisan yang pendek. Pola difraksi menunjukkan sampel bersifat amorf artinya atom-atom penyusunnya tersusun secara tidak teratur (acak), hal ini ditandai dengan tidak adanya puncak difraksi yang tajam pada hasil XRD. Selain itu, sifat amorf ini dapat disebabkan karena penggunaan bahan dasar yang berasal dari alam yaitu tempurung kelapa dimana kandungan pengotor (impuritas) yang dimiliki cukup banyak sehingga dalam peluang dalam menghasilkan sifat kristal sangat kecil.



Gambar 4.2 Hasil uji XRD

Pada rGO:NaCl 2:1 sampel bersifat kristal yang ditandai dengan adanya puncak sempit dengan intensitas tinggi di sekitar sudut  $2\theta$  yaitu  $27^\circ$ ,  $32^\circ$  dan  $46^\circ$ . Dari pengolahan data grafik dengan menggunakan software match! dapat diketahui bahwa rGO:NaCl 2:1 terbentuk fasa NaCl dengan intensitas yang tinggi yaitu orde  $10^3$ , sedangkan fasa rGO tetap ada dengan intensitas rendah  $10^2$ . Data yang diperoleh kemudian direfinement sehingga mendapatkan hasil pada tabel 4.1 berikut



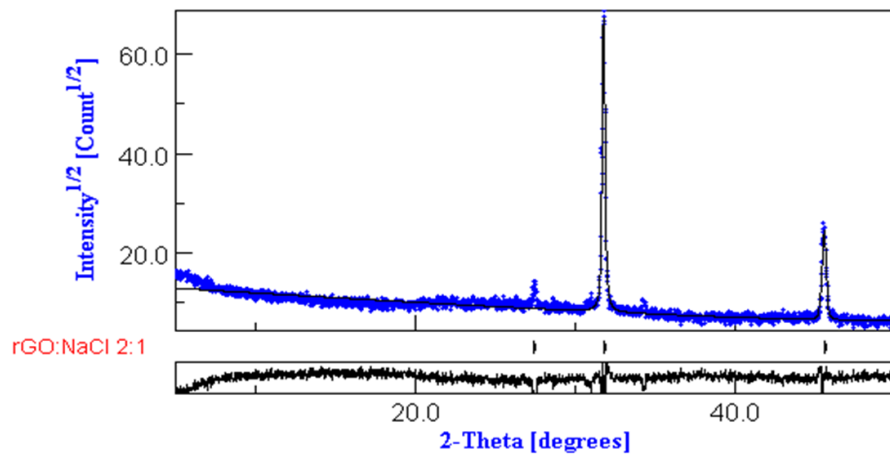


Gambar 4.3 Hasil refinement XRD rGO:NaCl 2:1

Tabel 4.1 Hasil refinement rGO:NaCl 2:1

Struktur	Cubic
Cell parameter	5,65 angstrom
Cell volume	180,67
GoF	4,07
Rp	15,25
Rwp	19,44
Molecular weight	233,72
Bragg R-factor	5,65

Dari hasil refinement ini kemudian dianalisa menggunakan software MAUD dan didapatkan hasil berupa ukuran kristal yang terbentuk dari rGO: NaCl 2:1 adalah 98,42 nm dan nilai sig 2,01 serta nilai Rw 19,32.

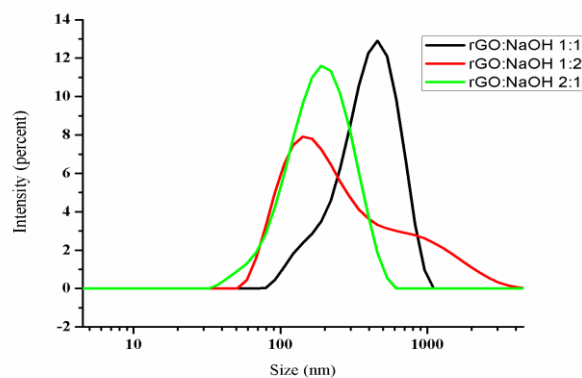


Gambar 4.4 Hasil analisis MAUD rGO:NaCl 2:1

Hasil pengujian rGO maupun rGO: NaOH 2:1 menghasilkan puncak yang lebar di sekitar sudut  $2\theta$ . Hal ini menunjukkan bahwa fasa rGO yang masih ada setelah adanya penyisipan Na yang ditandai dengan adanya intensitas yang sama yaitu orde  $10^2$  pada rGO maupun rGO:NaOH 1:2. Hal ini menunjukkan bahwa ikatan C-C tetap ada setelah rGO disisipi Na yang berasal dari NaOH.

#### 4.2 Hasil Uji Particle Size Analyzer

Hasil pengujian PSA sampel rGO:NaOH ditunjukkan oleh grafik distribusi ukuran partikel pada gambar 4.5.

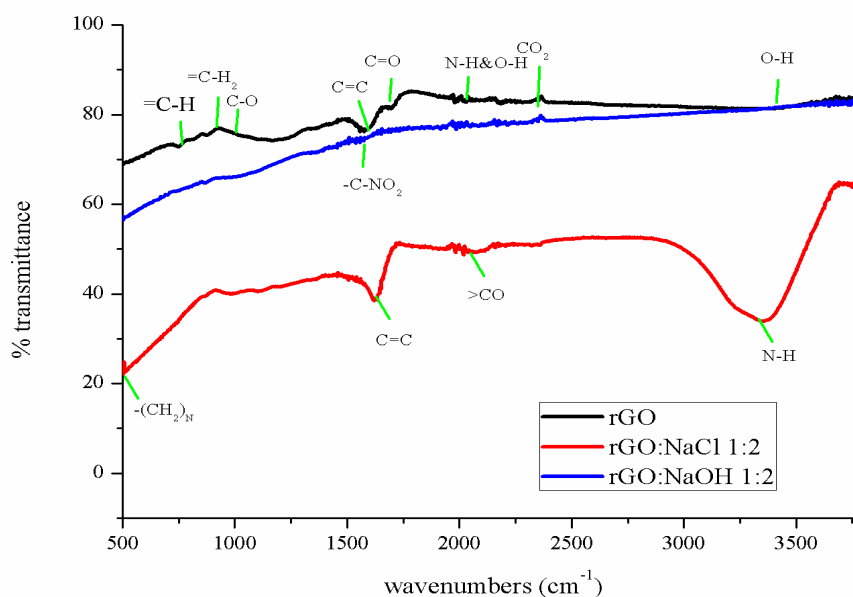


Gambar 4.5 Hasil uji PSA

Pengujian PSA yang dilakukan sampel rGO:NaOH mendapatkan puncak yang berjumlah satu. Hal ini mengindikasikan bahwa sampel rGO:NaOH memiliki sifat monodisperse di dalam larutan aquades. Pengujian pada sampel rGO mendapatkan hasil bahwa ukuran rata-rata partikelnya sebesar 200 nm. Sampel rGO:NaOH 2:1 memiliki ukuran partikel yang kecil dengan intensitas yang tinggi dibandingkan dengan sampel rGO:NaOH 1:1 maupun rGO:NaOH 1:2.

### 4.3 Hasil Uji Fourier Transform Infrared

Grafik pola spektrum inframerah hasil resapan pada sampel rGO, rGO:NaCl 1:2, dan rGO:NaOH 1:2 ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Hasil uji FTIR

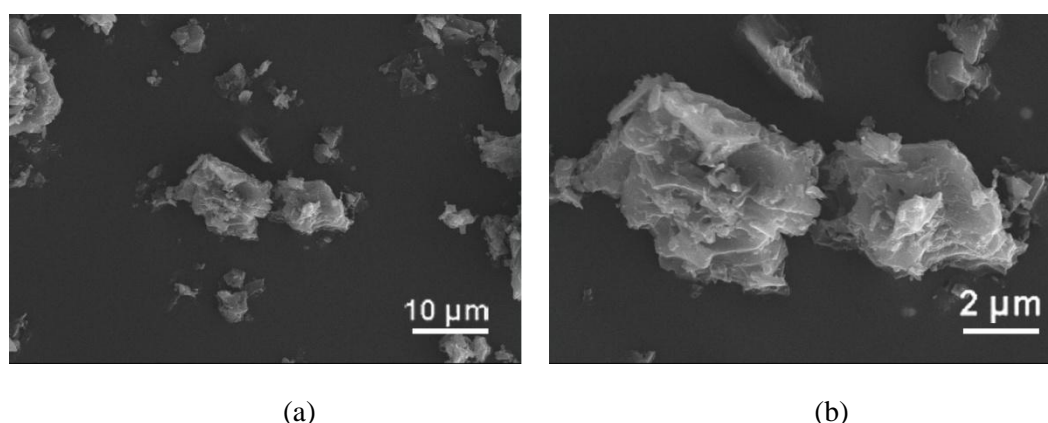
Pola FTIR sampel rGO menunjukkan berbagai ikatan, diantara ikatan tersebut terdapat ikatan C=C yang merupakan ikatan utama rGO. Ikatan yang terbentuk pada sampel rGO:NaCl 1:2 menunjukkan adanya berbagai ikatan dengan puncak transmitansi yang landai, regang, dan lebar masih terdapat ikatan utama C=C yang merupakan ciri rGO walaupun sampel telah disisipi Na

yang berasal dari NaCl. Masih adanya ikatan C=C ini mengidentifikasi bahwa walaupun fasa NaCl terbentuk namun fasa rGO tetap ada. Pola FTIR sampel rGO:NaOH 1:2 menunjukkan hanya ada ikatan utama  $-C-NO_2$ . Tidak adanya ikatan C=C yang merupakan ikatan utama tempurung kelapa tua dikarenakan adanya ion Na yang tersisip diantara rGO dan mempunyai ikatan C-C.

#### 4.4 Hasil Scanning Electron Microscopy

Pada hasil SEM diperoleh hasil gambar hitam putih atau gelap terang, yang dipengaruhi oleh unsur penyusunnya. Unsur logam penyusun dengan nomer atom lebih tinggi akan menghasilkan warna yang lebih terang dari pada unsure logam penyusun dengan nomer atom yang lebih rendah. Misalnya unsur Cl dengan nomer atom 17 akan menghasilkan warna yang lebih terang daripada Na dan O yang mempunyai nomer atom 11 dan 8

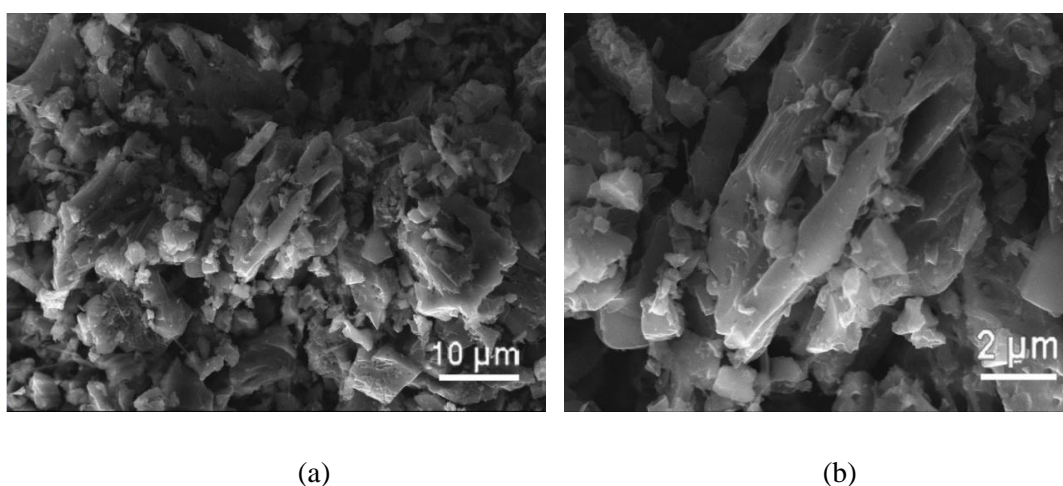
Morfologi sampel rGO:NaCl 1:2 berbeda dengan morfologi rGO: NaOH 1:2. Morfologi sampel rGO:NaCl 1:2 dapat dilihat pada Gambar 4.7 (a) dan (b) yang merupakan kristal yang berbentuk bongkahan-bongkahan. Bentuk ini memiliki permukaan seperti tangga bertingkat karena kristal menumpuk. Pengaturan waktu ultrasonifikasi selama 12 jam dapat merusak ikatan Van der Waals yang lemah sehingga lembaran grafena dapat diperoleh.



Gambar 4.7 Hasil uji SEM sampel rGO:NaCl 1:2 (a) perbesaran 2000 kali (b) perbesaran 5000 kali

Ukuran partikel rGO pada hasil SEM menunjukkan ukuran dalam orde mikrometer (gambar 4.7 (a) dan (b)). Hasil ini berbeda dengan pengukuran rGO dengan PSA yang menunjukkan bahwa ukuran rata-rata partikel dalam satuan nanometer. Perbedaan ukuran partikel pada uji PSA dan uji SEM disebabkan karena SEM mengukur penampang melintang dari partikel dan PSA mengukur penampang membujur dari partikel.

Morfologi sampel rGO:NaOH 1:2 dapat dilihat pada Gambar 4.8 (a) dan (b) yang menunjukkan bentuk partikel tidak beraturan. Morfologi sampel rGO:NaOH 1:2 yang diperlihatkan pada gambar menunjukkan bentuk sampel berupa bongkahan-bongkahan dengan berbagai ukuran tidak rata, bentuk amorf ini sesuai dengan hasil XRD.



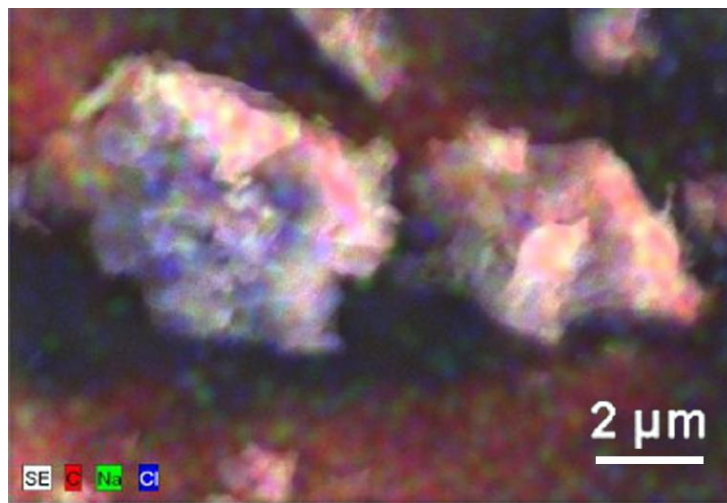
Gambar 4.8 Hasil uji SEM sampel rGO:NaOH 1:2 (a) perbesaran 2000 kali (b) perbesaran 5000 kali

#### 4.5 Hasil Energi Dispersive X-Ray Analyzer

Tabel 4.2 Komposisi unsur hasil EDX

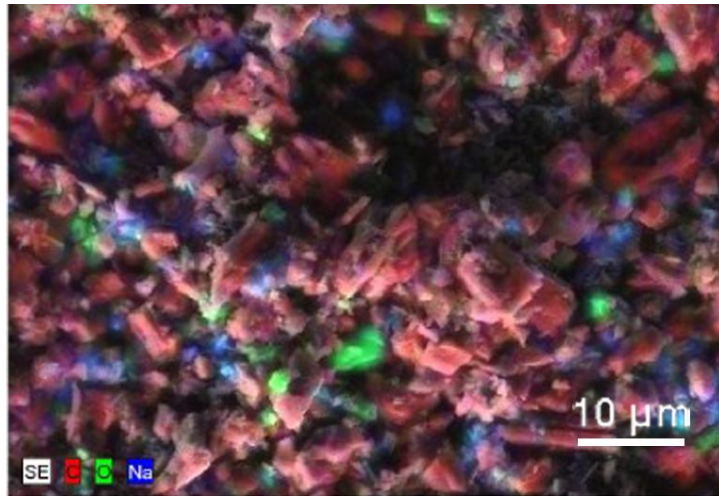
rGO:NaCl 1:2			rGO:NaOH 1:2		
Nama Unsur	Wt%	At%	Nama Unsur	Wt%	At%
C	99,42	99,78	C	72,55	78,32
Na	0,45	0,15	Na	25,15	20,38
Cl	0,13	0,07	O	2,30	1,30

Tabel 4.2 di atas menunjukkan bahwa rGO:NaCl 1:2 mengandung 3 buah unsur, yaitu unsur karbon, unsur natrium dan unsur klorida. Unsur karbon merupakan unsur pembentuk rGO, sedangkan unsur Na dan Cl merupakan unsur yang dicampurkan pada rGO. Hasil EDX menunjukkan bahwa persentase Na dan Cl sangat kecil dibandingkan dengan C, sedangkan persentase Na pada sampel rGO:NaOH 1:2 lebih banyak daripada sampel rGO:NaCl 1:2.



Gambar 4.9 Hasil EDX sampel rGO:NaCl 1:2

Hasil EDX sampel rGO:NaCl 1:2 dapat dilihat pada Gambar 4.9 yang menunjukkan bahwa unsur C tersebar merata sedangkan unsur Na dan Cl banyak terdapat di kristal. Berbeda dengan sampel rGO:NaOH 1:2, hasil EDX menunjukkan bahwa sampel mengandung tiga buah unsur, yaitu unsur karbon, unsur natrium dan unsur oksigen. Unsur karbon dan oksigen merupakan unsur pembentuk rGO, sedangkan unsur O diperoleh dari NaOH dan rGO.



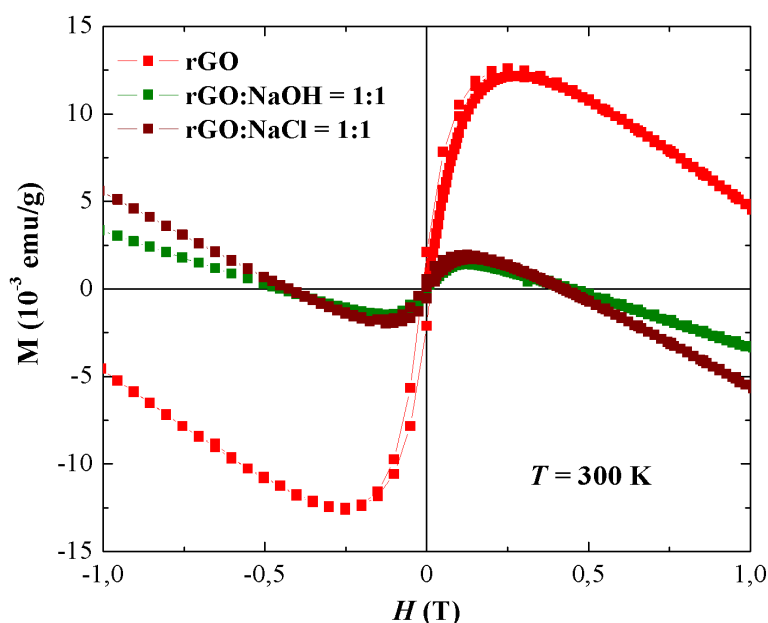
Gambar 4.10 Hasil EDX sampel rGO:NaOH 1:2

Morfologi amorf yang terbentuk pada sampel rGO:NaOH 1:2 terlihat jelas pada Gambar 4.10 dimana ukuran partikel acak dengan persebaran yang rapat tampak terlihat jelas unsur Na maupun O diantara unsur C. Berdasarkan Gambar 4.10 unsur Na terlihat menyisip diantara unsur C. Sehingga tujuan dari penyisipan Na tercapai dimana fasa rGO tetap ada.

#### 4.6 Hasil SQUID

Sifat kemagnetan diukur dengan Superconducting Quantum Interference Device (SQUID) magnetometer pada suhu 300 K. Gambar 4.11 yang menunjukkan bahwa material termasuk soft magnetik karena memiliki medan koersifitas yang sangat kecil. rGO mempunyai sifat superparamagnetik sedangkan sampel rGO:NaCl 1:1 dan rGO:NaOH 1:1 bersifat superparamagnetik yang lemah. Sifat superparamagnetik dipengaruhi oleh spin elektron dan orbital elektron. Berdasarkan kurva histeristis ini dapat dilihat nilai magnetisasi remanensi ( $M_r$ ), dan medan koersif ( $H_c$ ), nilai  $M_r$  dan  $H_c$  yang mendekati nol mengindikasikan bahwa sampel di setiap variasi bersifat superparamagnetik. Selain itu lebar kurva histeresis yang sempit menunjukkan indikasi superparamagnetik. Elektron dari atom karbon yang tidak berpasangan ketika dipengaruhi oleh medan magnet luar orientasi spin elektronnya akan mengikuti

arah medan magnet luar. Ketika arah medan magnet eksternal dibalik, maka orientasi spin elektron akan dengan mudah membalik mengikuti arah medan magnet luar. Hal inilah yang menyebabkan kurva histeresis bahan superparamagnetik mempunyai lebar kurva yang sempit, nilai  $M_r$  dan  $H_c$  yang mendekati nol dan magnetisasi saturasi ( $M_s$ ) yang tinggi.



Gambar 4.11 Hasil Uji Magnetisasi sampel rGO, rGO:NaCl 1:1, dan rGO:NaOH 1:1

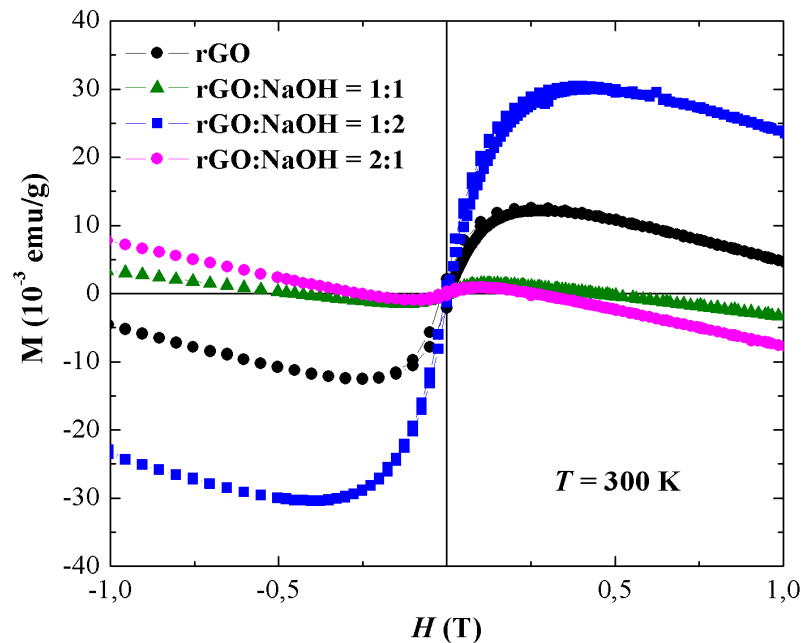
Sifat kemagnetan sampel dipengaruhi oleh impuritas Na yang berasal dari NaCl maupun NaOH. Nilai magnetisasi maksimum ( $M$ ) pada sampel rGO:NaCl sebesar 0,0017 emu/g dan nilai magnetisasi maksimum sampel rGO:NaOH 1:1 sebesar 0,0015 emu/g Dengan demikian, sumber ion Na akan sedikit mempengaruhi sifat kemagnetan sampel yang dapat dilihat dari perubahan nilai koersivitas dan remanensinya. Pada kurva diatas nilai magnetisasi saat medan magnetiknya lebih dari 0,5 T, nilai kemagnetannya menurun. Hal ini dipengaruhi oleh sifat diamagnetiknya. Sifat diamagnetik ini dipengaruhi oleh perubahan momen magnet orbit yang diinduksi oleh medan magnet luar

Pada Gambar 4.10 penambahan ion Na yang berasal dari NaCl maupun NaOH dengan konsentrasi yang sama dengan rGO menurunkan nilai



kemagnetannya. Hal ini dipengaruhi oleh unsur Na yang sedikit mengisi kekosongan unsur yang hilang pada kisi honeycomb rGO yang berikatan kovalen tunggal maupun rangkap dengan unsur C.

Efek diamagnetik muncul dikarenakan adanya faktor diamagnetik pada core ioniknya. Sehingga untuk bisa mengamati ferromagnetiknya lebih jelas, maka diamagnetik harus dikurangkan dari magnetisasinya. Misalnya pada sampel rGO:NaOH maka core ioniknya adalah  $C^{4+}$ ,  $Na^+$ ,  $O_2^-$ ,  $H^+$  yang masing-masing bernilai  $-0,15/mol$ ,  $-4,2/mol$ ,  $-12,6/mol$ , dan  $-2,415/mol$ .



Gambar 4.12 Hasil Uji Magnetisasi rGO, rGO:NaOH 1:1, rGO:NaOH 1:2, rGO:NaOH 2:1

Gambar 4.12 menunjukkan kurva histeristis pada sampel rGO:NaOH dengan berbagai variasi konsentrasi Na. Sampel rGO:NaOH 1:2 mempunyai konsentrasi unsur Na lebih banyak dari pada sampel rGO:NaOH 1:1, rGO:NaOH 2:1 mempunyai nilai kemagnetan yang lebih tinggi dari pada sampel rGO maupun sampel lainnya. Gambar tersebut juga menunjukkan magnetisasi sampel rGO:NaOH 0,03 emu/g lebih tinggi dari kemagnetan rGO 0,013 emu/g. Ketika konsentrasi Na lebih besar dari rGO nilai kemagnetannya meningkat disebabkan

karena atom atom O maupun H yang tereduksi pada rGO dan berikatan dengan C telah tergantikan oleh Na.

Pada penelitian sebelumnya Duong Thi Hanh menampilkan grafik hubungan kemagnetan zeolit dengan temperatur dengan berbagai konsentrasi Na. Adanya variasi temperatur pada suhu rendah yaitu 5 K - 20 K tersebut juga berpengaruh terhadap sifat feromagnetik zeolit yang disisipi Na. Sementara itu pada penelitian ini suhu yang digunakan 300 K berpengaruh dalam meningkatkan nilai kemagnetan pada orbital s dari Na dan orbital p dari C. Sebuah bahan yang paramagnetik bisa berlaku sebagai feromagnetik apabila suhunya diturunkan sampai dengan suhu tertentu (suhu Curie).

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis karakterisasi dan pembahasan, maka dapat disimpulkan :

1. Penyisipan unsur Na pada rGO yang berasal dari NaCl menghasilkan fasa NaCl dimana fasa rGO tetap ada walaupun intensitasnya rendah. Sedangkan unsur Na yang berasal dari NaOH juga mengandung fasa rGO
2. Adanya berbagai variasi konsentrasi Na terhadap rGO berpengaruh terhadap kemagnetannya dan nilai kemagnetan meningkat dengan penambahan impuritas Na dengan konsentrasi lebih tinggi dari pada rGO dan sebaliknya.

#### **5.2 Saran**

Dari hasil penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran untuk penelitian yang akan datang yaitu dilakukan digunakan variasi temperatur pada campuran rGO dengan NaCl maupun NaOH. Hal ini karena temperatur bisa berpengaruh terhadap karakteristik sampel.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR PUSTAKA

A. A. Balandin, Thermal properties of graphene and nanostructured carbon materials, *Nat. Mater.*, 2011, 10, 569–581

AH Castro Neto, F Guinea, NMR Peres, KS Novoselov, and AK Geim. The electronic properties of graphene. *Reviews of modern physics*, 81(1):109, 2009.

Artur Ciesielskia and Paolo Samorì\*, Graphene *via* sonication assisted liquid-phase exfoliation, *Chem. Soc. Rev.*, 2014, 43, 381-398

Changgu Lee<sup>1,\*</sup>, Qunyang Li<sup>2,\*</sup>, William Kalb<sup>1</sup>, Xin-Zhou Liu<sup>3</sup>, Helmuth Berger<sup>4</sup>, Robert W. Carpick<sup>2,†</sup>, James Hone<sup>1</sup>, Frictional Characteristics of Atomically Thin Sheets, *Science*, 2010, 328(5974)76-80

Diana Berman<sup>1</sup>, Ali Erdemir<sup>2</sup>, Anirudha V. Sumant<sup>1</sup>, Graphene: a new emerging lubricant, *Materials Today*, volume 17, Numb 1, January/February 2014

Duong Thi Hanh, Takehito Nakano, Yasuo Nozue. (2009). “Strong dependence of ferrimagnetic properties on Na concentration in Na–K alloy clusters incorporated in low-silica X zeolite”, *Journal of Physics and Chemistry of Solids* 71, 677–680

F. Scarpa, S. Adhikari and A. S. Phani, Effective elastic mechanical properties of single layer graphene sheets, *Nanotechnology*, 2009, 20, 065709

Fadıl İY İKANAT, Thesis Submitted to the Graduate School of Engineering and Sciences of İzmir Institute of Technology July 2013

Fu, Changjing dkk, (2013), *Evaluation and Characterization of Reduced Graphene Oxide nanosheets as Anode Material for Lithium-Ion Batteries*, Heilongjiang Institute of Science & Technology, China

Geim, A. K.; Novoselov, K. S. *Nature Materials* , 2007, 6, 183-191.

H Pourzand, P Pai, M Tabib-Azar, Thickness dependent adhesion force and its correlation to surface roughness in multilayered graphene, **SENSORS**, 2013 **IEEE**, page no.1 – 4

H. K. Chae, D. Y. Siberio-Perez, J. Kim, Y. Go, M. Eddaoudi, A. J. Matzger, M. O'Keeffe and O.M. Yaghi, A route to high surface area, porosity and inclusion of large molecules in crystals, *Nature*, 2004, 427, 523–527

Iskandar, (2012), *Analisis Unsur Karbon Aktif Tempurung Kelapa dengan Metode Analisis Ultimat (Ultimate Analysis*, ITB, Bandung

K Maulana, Azis (2016), Karakterisasi Sifat Magnetik Grafena Oksida Tereduksi dari Hasil Pembakaran Tempurung Kelapa Tua. Laporan Tugas Akhir Jurusan Fisika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Novoselov KS, Geim AK, Morozov SV, Jiang D, Zhang Y, Dubonos SV, Grogorieva LI, Firsov AA,(2004),“Electric field effect in atomically thin carbon films”, *Science*. 303(10): 666

Nugraheni,A.Y,(2014),*Karakterisasi Ikatan Molekul, Struktur, dan Fasa Grafena Pada Proses Pemanasan Tempurung Kelapa Tua*, Surabaya : Laporan Tugas Akhir Fisika FMIPA-ITS.

R. Faccio, P. A. Denis, H. Pardo, C. Goyenola and A. W. Mombru, Mechanical properties of suspended graphene sheets, *J. Phys.: Condens. Matter*, 2009, 21, 285304–285310

R. R. Nair, P. Blake, A. N. Grigorenko, K. S. Novoselov, T. J. Booth, T. Stauber, N. M. R. Peres and A. K. Geim, Fine Structure Constant Defines Visual Transparency of Graphene, *Science*, 2008, 320, 1308–1308

Rampe, Meytij Jeanne dkk, 2010, *The Effect of Temperature on the Crystal Growth of Coconut Shell Carbon*, UGM, Yogyakarta

Sarkar, S.K., Raul, K.K., Pradhan, S.S., Basu, S., Nayak, A., (2014), “Magnetik properties of graphite oxide and reduced grapheneoxide”. *Phys. E Low-Dimens. Syst. Nanostructures* 64, 78-82.

Setyamidjaja, D., (1995), *Bertanam Kelapa*, Kanisius : Yogyakarta.

Suhartana, S., (2006). “Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya Untuk Penjernihan Air Sumur di Desa Belor Kecamatan Ngaringan Kabupaten Grobogan”. *Berk. Fis.* 9, 151–156.

Sungjin Park<sup>1</sup> & Rodney S. Ruoff<sup>1</sup>, Chemical methods for the production of graphenes, *Nature Nanotechnology*, 4, 217 - 224 (2009)

Surajit Some, z Youngmin Kim, z EunHee Hwang, HeeJoun Yoo and Hyoyoung Lee, (2012), “Binol salt as a completely removable graphene surfactant”, *Chem. Commun*, 48, 7732–7734

Terroner AR, Botello-Mendez AR, Campos-Delgado J, Lopez-Urias F, Vega-Cantu YI, Rodriguez-Macias FJ, Elias AL, Munoz-Sandoval E, Cano-Marquez AG, Charlier J, Terrones H, (2010), “Graphene and graphite nanoribbons: morphology, properties, syntesis, defects and application”. *Nano Today*.5(4): 351-372.

Wonbong Choi, Jo-won Lee, Graphene: Synthesis and Applications, Nanomaterials and their Applications, **CRC Press**, 2011 , 394 Pages - 190 B/W Illustrations

Xiao Huang *a*, Xiaoying Qi *a*, Freddy Boey *ab* and Hua Zhang *\*ab*, Graphene-based composites, *Chem. Soc. Rev.*, 2012, 41, 666-686



## BIOGRAFI PENULIS



Niken Sylvia Puspitasari atau yang biasa dipanggil Niken atau Sylvi, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Drs. Sukendar dan Endang Winarni. Isteri dari Alfian Gema Negara dan umi dari Muhammad Syaamil Al Fatih dan Nusaiba Shidqia An Nadhifa. Penulis lahir di Ponorogo pada tanggal 04 April 1989. Penulis memulai pendidikannya di TK Muslimat Kauman Ponorogo, dilanjutkan dengan SDN II Kauman Ponorogo, lalu meneruskan di SMP Negeri I Ponorogo dan SMAN I Ponorogo. Setelah lulus dari SMA, pada tahun 2007 penulis melanjutkan studinya di jurusan Pendidikan Fisika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya (UNESA).

Selama masa sarjana, penulis aktif dalam kegiatan UKKI dan BEM Fisika pada periode 2008-2009 sebagai anggota. Tahun 2011 penulis mulai mengajar di SMA Muhammadiyah 1 Ponorogo. Pada tahun 2015, penulis menjadi mahasiswa di program studi Magister Fisika ITS Surabaya hingga lulus pada tahun 2017.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***