

## BAB II

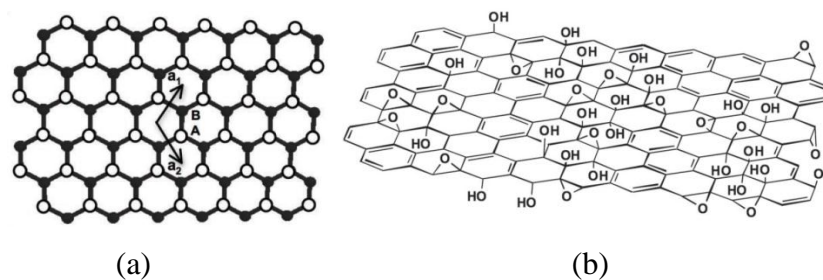
### LANDASAN TEORI

#### A. TINJAUAN PUSTAKA

##### 1. Graphene Oxide

*Graphene oxide* (GO) merupakan senyawa turunan *graphene* yang memiliki karakteristik serupa dengan *graphene*, dengan struktur yang mirip pula. Bedanya pada *graphene* struktur yang terbentuk planar, sedangkan pada *graphene oxide* terdapat lengkungan karena hadirnya gugus oksigen dalam bentuk karboksil dan karbonil didalamnya. Perbedaan struktur *graphene* dan *graphene oxide* ditunjukkan pada Gambar 1. GO memiliki sifat mekanik, ketahanan termal dan elektrik yang baik (Ma *et al*, 2011).

Struktur dan sifat dari oksida grafit bergantung pada metode sintesis masing-masing dan derajat oksidasinya. Biasanya, sintesis mempertahankan struktur lapisan grafit induk, tetapi lapisan tersebut saling melengkung sehingga jarak interlayernya dua kali lebih besar daripada grafit (~0.7nm). GO yang didapatkan dari metode Hummers sering sekali didapatkan pengotor sulfur didalamnya (karena dalam metode Hummer digunakan asam sulfat sebagai oksidan) dalam bentuk organosulfat (Pandey *et al*, 2008). Terdapat bukti bahwa terjadi lengkungan (penyimpangan dari planaritas), penumpukan, dan keretakan (Pandey *et al*, 2011) dari lembaran *graphene oxide* selama deposisi lapisan pada substrat yang dipilih. Struktur detailnya masih belum dapat dipahami karena kuatnya penyimpangan dan pengemasan yang tidak baku dari lapisannya.



Gambar 1. (a) *Graphene* dan (b) *Graphene oxide*

Lapisan *graphene oxide* memiliki ketebalan sekitar  $1.1 \pm 0.2$  nm. (Schniepp *et al*, 2006). *Scanning Tunneling Microscopy* menunjukkan bahwa bentuk oksigen yang terikat didalamnya adalah berpola segi empat dengan konstanta *lattice*  $0.27 \text{ nm} \times 0.41 \text{ nm}$  (Chhowalla *et al*, 2009). Ujung-ujungnya diakhiri dengan gugus karboksil dan karbonil (Schniepp *et al*, 2006).

Oksida grafit merupakan senyawa hidrofilik dan sangat mudah dihidrasi dengan cara penguapan air atau di celupkan kedalam larutan dan menghasilkan peningkatan jarak interplanarnya. Penambahan air juga menyebabkan masuknya air dalam jarak interlayernya karena tingginya efek tekanan induksi. (Talyzin *et al*, 2008)

*Graphene oxide* biasanya disintesis dari grafit bukan dari karbon aktif dengan empat metode dasar seperti metode Staudenmaier, Brodie dan Hummers. Metode Staudenmaier dan Brodie mengombinasikan kalium klorat dan asam nitrat sebagai oksidatornya, sedangkan metode Hummer menggunakan kombinasi kalium permanganat dan asam sulfat sebagai oksidatornya.

## 2. Instrumen Analisis

### a. Spektroskopi IR

Spektroskopi Inframerah (IR) merupakan alat untuk pengenalan gugus fungsi molekul dan identifikasi senyawa dengan membandingkan spektra standar dari gugus fungsi dengan spektra yang ada. Prinsip kerjanya adalah ketika molekul-molekul menyerap radiasi infra merah, energi yang diserap menyebabkan kenaikan dalam amplitudo getaran atom-atom yang terikat sehingga molekul berada dalam keadaan vibrasi tereksitasi (Fessenden, 1999). Beberapa daerah absorpsi infra merah pada gugus fungsi akan ditunjukkan oleh Tabel 1.

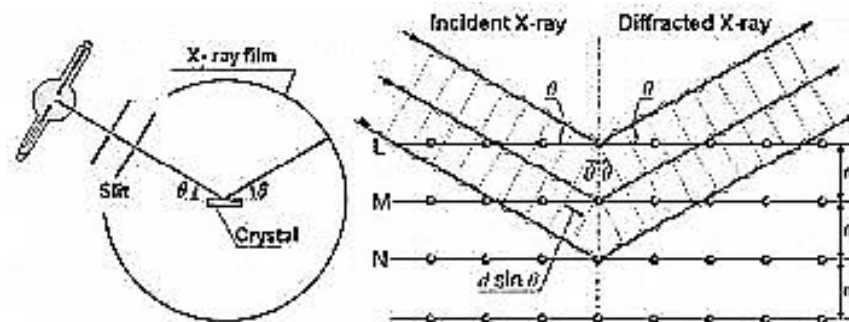
Tabel 1. Daerah absorpsi infra merah beberapa gugus fungsi (Silverstein *et al*, 2005)

Ikatan	Daerah absorpsi ( $\text{cm}^{-1}$ )
Tekukan C-H aromatik sidik jari	900-675
logam	< 600
Uluran C-C lemah	1200-800
C-O	1300-800
C=O	1700-1500
Tekukan O-H	1420-1330
Tekukan C-H	1439-1398
Uluran C-H	3000-2840
Uluran $\text{CH}_2$ tak simetris	2930-2920
Uluran O-H melebar dari air	3550-3200

#### b. Difraksi Sinar-X

Sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang sekitar 100 pm, dihasilkan dari penembakan logam dengan elektron berenergi tinggi. Elektron itu mengalami perlambatan saat masuk ke dalam logam dan menghasilkan radiasi dengan jarak panjang gelombang kontinyu disebut *bremstrahlung* (*Bremse* adalah kata Jerman artinya rem, *strahlung* berarti sinar). Pada panjang gelombang kontinyu, tertumpuk beberapa puncak tajam berintensitas tinggi. Puncak ini berasal dari elektron yang datang dengan elektron pada kulit dalam atom. Tumbukan itu mengeluarkan sebuah elektron, dan elektron dengan energi tinggi masuk ke tempat kosong, dengan memancarkan kelebihan energinya sebagai foton sinar-X (Atkins, 1996).

Sinar-X akan menunjukkan pola difraksi jika jatuh pada benda yang jarak antar bidangnya kira-kira sama dengan  $\lambda$ , jatuh mengenai kristal dengan sudut  $\theta$  pada bidang-bidang kristal. Sudut difraksi sinar-X ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Difraksi sinar-X oleh kisi Kristal (Park *et al*, 2006)

Berdasarkan Gambar 2, jika gelombang direfleksikan dari C (sinar datang) memperkuat gelombang yang direfleksikan dari A (sinar pantul), maka perbedaan lintasan antara gelombang tersebut sebanding dengan  $n\lambda$ . Perbedaan lintasan adalah  $BC+CD$ , jadi  $BC+CD = n\lambda$ . Sedangkan  $BC = CD$  dan  $CD = d \sin \theta$ , sehingga menjadi persamaan Bragg, ditunjukkan pada persamaan (1).

$$2 d \sin \theta = n\lambda \quad (1)$$

Keterangan :

$d$  = jarak *interplanar* atau *interatom*

$\lambda$  = panjang gelombang logam standar

$\theta$  = kisi difraksi sinar-X

Nilai  $d$  spacing tidak dapat digunakan untuk menentukan jarak *interatom* dari suatu molekul, namun dapat digunakan untuk merefleksikan jarak *interplanar* atau jarak *interlayer* antar kisi-kisi atom dalam suatu material. Nilai  $d$  spacing sangat tergantung pada pengaturan atom dan struktur jaringan polimer dalam material. Jarak antar *interplanar* atau *interlayer* dapat dikalkulasikan melalui persamaan Bragg (Park *et al*, 2006).

Difraksi sinar-X sangat penting pada identifikasi senyawa kristalin. Kekuatan dari cahaya yang terdifraksi tergantung pada kuantitas material kristalin yang sesuai di dalam sampel sehingga sangat mungkin mendapatkan analisa

kuantitatif dari sejumlah relatif konstituen dari campuran senyawa padatan (Ewing, 1960).

Suatu zat selalu memberikan pola difraksi yang khas. Apakah zat itu dalam keadaan murni atau merupakan campuran zat. Hal ini merupakan dasar dari analisis kualitatif secara difraksi dengan membandingkan pola difraksi sampel dengan pola difraksi senyawa standarnya

### c. Fluorosensi Sinar-X

Teknik fluorosensi sinar-X (XRF) merupakan suatu teknik analisis yang dapat menganalisa unsur-unsur yang membangun suatu material. Teknik ini juga dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi unsur berdasarkan pada panjang gelombang dan jumlah sinar-X yang dipancarkan kembali setelah suatu material ditembak dengan sinar-X berenergi tinggi.

Kelebihan analisis menggunakan instrumen XRF diantaranya:

1. Akurasi relatif tinggi
2. Dapat menentukan unsur dalam material tanpa adanya standar (seperti pada AAS)
3. Dapat menentukan kandungan mineral dalam bahan biologis maupun dalam tubuh secara langsung
4. Non destruktif

Kekurangan analisis menggunakan instrumen XRF diantaranya:

1. Tidak dapat mengetahui senyawa apa yang dibentuk oleh unsur-unsur yang terkandung dalam material yang kita teliti
2. Tidak dapat menentukan struktur dari atom yang membentuk material itu

Prinsip kerjanya adalah menembakkan radiasi foton elektromagnetik ke material yang diteliti. Radiasi elektromagnetik yang dipancarkan akan berinteraksi dengan elektron yang berada di kulit K suatu unsur. Elektron yang berada di kulit K akan memiliki energi kinetik yang cukup untuk melepaskan diri dari ikatan inti sehingga elektron tersebut akan terpental keluar (Gosseau, 2009).

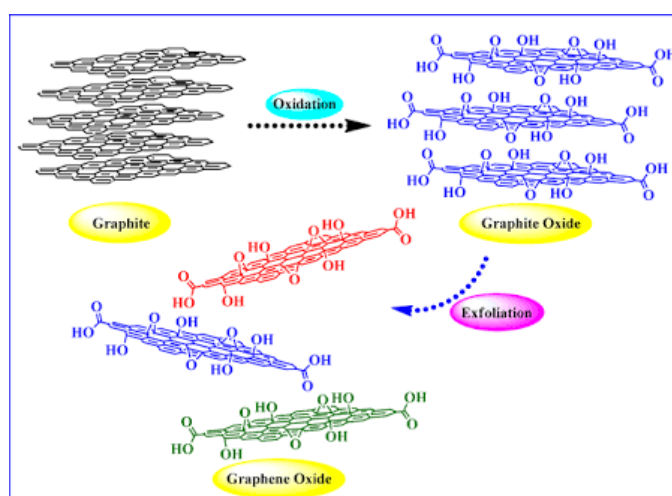
*commit to user*



## B. Kerangka Pemikiran

*Graphene oxide* (GO) merupakan material yang disintesis untuk berbagai keperluan, seperti sebagai aditif untuk meningkatkan oksidasi dalam membran elektrolit, sebagai fase transisi untuk mendapatkan *graphene* maupun senyawa transformasi grafit lainnya. GO disintesis dari bahan baku serbuk grafit mineral atau karbon aktif. Sementara itu, limbah grafit dari baterai primer merupakan masalah bagi lingkungan, karena pemakaian baterai primer untuk keperluan sehari-hari cukup besar. Salah satu komponen dalam limbah baterai yaitu grafit. Grafit yang digunakan dalam baterai merupakan alotrop karbon yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan senyawa berbasis karbon lainnya seperti *graphene* dan *graphene oxide*. Oleh karena itu, sintesis dengan bahan dasar dari grafit limbah baterai primer Zink-Karbon akan berhasil menghasilkan GO. Grafit limbah baterai primer Zink-Karbon dipilih karena murah dan aplikasinya mudah. Proses modifikasi grafit menjadi *graphene oxide* sekaligus menaikkan nilai ekonomis dari grafit limbah baterai. Selain dapat diaplikasikan langsung, *graphene oxide* juga dapat digunakan sebagai fase transisi menjadi bentuk lain karbon seperti *graphene*.

Proses oksidasi grafit menjadi *graphene oxide* dilakukan dengan metode Hummer yang dimodifikasi, yaitu dengan mereaksikan grafit dengan oksidator kuat kombinasi antara asam sulfat dan kalium permanganat.



Gambar 3. Mekanisme oksidasi grafit menjadi *graphene oxide* (Garg *et al.* 2014).

Gambar 3 menunjukkan bahwa grafit dasarnya terdiri dari ikatan  $C = C$ ,  $C - C$  yang saling terikat dan membentuk lapisan – lapisan dengan jarak tertentu antar lapisannya. Saat proses oksidasi berlangsung, grafit yang semula hanya terdiri dari unsur karbon saja mengalami perubahan, sehingga tersisip gugus oksida seperti epoksi, karbonil dan karboksil di dalamnya dan menyebabkan jarak antar lapisannya merenggang.

Keadaan tersebut membuat material yang semula grafit berubah menjadi *graphite oxide*, yaitu grafit berlapis lapis dan teroksidasi dan disisipi gugus oksida seperti epoksi, karbonil dan karboksil. Setelah lapisan – lapisan tersebut dikelupas dan hanya tersisa satu lapisan saja, maka material tersebut dikatakan *graphene oxide*. Beda antara *graphene oxide* dan *graphite oxide* adalah pada *graphite oxide*, *graphene oxide* membentuk lapisan – lapisan seperti pada grafit

Melalui proses ini, diharapkan dapat berhasil membuat *graphene oxide* dan *graphene oxide* yang dihasilkan sesuai dengan karakteristik *graphene oxide* komersial sehingga dapat mengatasi permasalahan limbah grafit dari baterai primer Zink-Karbon.

## B. Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas maka hipotesis dari penelitian ini adalah :

- a. *Graphene Oxide* (GO) dapat berhasil di sintesis dengan menggunakan metode Hummer yang dimodifikasi dengan bahan dasar grafit dari limbah baterai primer Zink-Karbon.
- b. *Graphene oxide* dihasilkan dengan karakteristik sesuai GO komersial berdasarkan data XRD, FTIR, dan XRF.

