



SINTESIS DAN KARAKTERISASI REDUCED GRAPHENE OXIDE (rGO) DARI SUMBER ASAP SAMPAH ANORGANIK

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF REDUCED GRAPHENE OXIDE (rGO) FROM ANORGANIC WASTE SOURCES

Siti Afrah Siregar¹, Miftahul Husnah^{*1}, Syahwin¹, Sri Fitriyani Sihombing²,
Erwinsyah Tanjung¹

¹Jurusan Pendidikan Fisika, FKIP UISU, Medan, Indonesia

²Jurusan Pendidikan Kimia, FKIP UISU, Medan, Indonesia

*Corresponding author, miftahul.husna@fkip.uisu.ac.id

ABSTRAK

Pada penelitian ini kami memanfaatkan asap dari pembakaran sampah anorganik sebagai bahan dasar pembuatan material *Graphene Oxide* (GO). Keberhasilan sintesis GO dengan menggunakan asap sampah anorganik sebagai bahan dasar dianalisis dari hasil karakterisasi menggunakan XRD dan diperkuat oleh FTIR. Dari hasil uji XRD dan FTIR menunjukkan bahwa asap dari sampah anorganik yang menggunakan alat penangkap asap adalah berupa materia *Reduced Graphene Oxide* (rGO).

Kata kunci: *Graphene, reduced graphene oxide, asap, sampah anorganik.*

ABSTRACT

In this study we used smoke from burning inorganic waste as the basic material for making Graphene Oxide (GO) material. The success of GO synthesis using inorganic waste smoke as the base material was analyzed from the results of characterization using XRD and reinforced by FTIR. From the results of XRD and FTIR show smoke from inorganic waste using smoke catchers is in the form of Reduced Graphene Oxide (rGO) material.

Keyword: *Graphene, reduced graphene oxide, smoke, inorganic waste.*

1. PENDAHULUAN/INTRODUCTION

Kemajuan teknologi saat ini sangat berkembang dengan pesat di berbagai bidang ilmu. Seiring dengan berkembangnya teknologi yang pesat, dibutuhkan suatu material yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Seperti material yang berukuran kecil dan ringan akan tetapi memiliki konduktivitas listrik, konduktivitas termal, dan kekuatan yang baik serta material yang tidak hanya mampu memenuhi permintaan teknologi yang aplikatif tetapi juga dapat dibuat dan dimanipulasi dengan harga murah dan ramah lingkungan. Salah satu material tersebut adalah grafena.

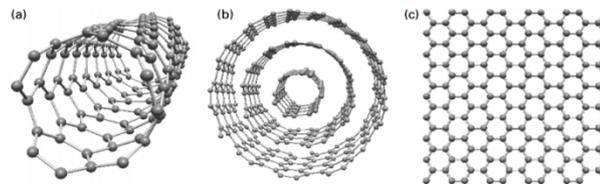
Grafena merupakan salah satu alotrop karbon dua dimensi (2D) yang terhibridisasi sp^2 dengan kisi heksagonal (segi enam seperti sarang lebah), struktur dua dimensi menyebabkan grafena memiliki *band gap* nol dan bersifat semilogam [1]. Karbon berasal dari kata latin yaitu *carbo* yang artinya arang. Karbon merupakan elemen golongan keenam pada tabel periodic. Atom karbon terdiri dari 6 proton, A neutron, serta 6 elektron, dimana $A = 6$ dan 7 menghasilkan karbon dengan isotop yang stabil, yaitu ^{12}C dan ^{13}C , sedangkan $A = 8$ menghasilkan karbon dengan isotop yang bersifat radioaktif, yaitu ^{14}C . Karbon merupakan unsur yang unik karena struktur elektronik



yang unik memungkinkan untuk hibridisasi sp^3 , sp^2 , dan jaringan sp . Karbon dapat membentuk alotrop stabil, sehingga lebih dikenal daripada elemen yang lainnya [2]. Kehadiran grafena dengan sifat fisik dan kimia yang unggul dibandingkan material lain membuat grafena akhir-akhir ini menjadi material yang diinginkan dalam industri elektronik serta menarik untuk diteliti dan dikembangkan. Grafena memiliki sifat yang secara substansial dapat meningkatkan performa devais elektronik dan juga dapat sangat potensial untuk aplikasi dalam berbagai bidang teknologi seperti baterai [3], *fuel cells* [4], kapasitor [5], sensor [6], *electrocatalysis* [7], *solar cell* [8], nanocomposit dan lainnya [9]. Sampai saat ini telah banyak dilakukan penelitian tentang sintesis grafena untuk menghasilkan grafena, salah satu metode yang sering digunakan adalah metode sintesis kimiawi dengan adanya oksidasi, dan metode ini mampu menghasilkan produk dalam produksi skala besar, mudah dan ekonomis. Grafena yang dihasilkan dari metode sintesis kimiawi biasa dikenal dengan *reduced graphene oxide* (rGO) yang diperoleh melalui proses reduksi GO.

Karbon sebagai bahan dasar pembuatan grafena, sangat melimpah di bumi. Karbon adalah unsur paling berlimpah ke-15 di kerak Bumi dan ke-4 di alam semesta. Karbon terdapat pada semua jenis mahluk hidup, dan pada manusia, karbon merupakan unsur paling berlimpah kedua (sekitar 18,5%) setelah oksigen.

Karbon telah digunakan selama berabad-abad lalu dan masih belum banyak bentuk kristal baru dari, akan tetapi beberapa dekade terakhir melalui eksperimental telah bentuk kristal baru dari karbon. Bentuk-bentuk kristal yang baru beberapa dekade ditemukan yaitu termasuk bulky balls, karbon nanotube (CNT), dan graphene [10].



Gambar 1. Model Ball dan stick pada CNT dan grafena: (a) nanotube single-wall, (b) nanotube multi-wall, dan (c) grafena, yang merupakan satu lembar grafit.

Salah satu sumber untuk menghasilkan unsur karbon yaitu dari sisa (asap) pembakaran sampah. Pada penelitian ini kami memanfaatkan asap pembakaran dari berbagai macam sampah anorganik untuk dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan *graphene oxide* (GO). Seperti yang diketahui bahwa masalah sampah di Indonesia merupakan salah satu masalah lingkungan yang sangat serius, terutama dalam masalah sampah anorganik. Sampah anorganik adalah sampah yang sangat sulit untuk membusuk atau didaur ulang secara alami didalam tanah. Sulitnya sampah anorganik yang sukar diurai dan terus bertambahnya jumlah produksi sampah tersebut setiap tahunnya yang menjadi sumber masalah tumpukan sampah di Indonesia. Apabila pengelolaan sampah yang tidak dilakukan secara sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan maka akan dapat menimbulkan berbagai dampak negatif baik bagi kesehatan, lingkungan maupun sosial ekonomi [11]. Pengolahan sampah yang kurang baik akan menjadikan sampah sebagai tempat perkembangbiakan sektor penyakit seperti lalat atau tikus, bahaya sampah beracun dan juga dapat terjadinya kecelakaan akibat pembuangan sampah secara sembarangan misalnya luka akibat benda tajam seperti besi, kaca dan sebagainya. Proses pembusukan sampah oleh mikroorganisme akan menghasilkan gas-gas tertentu yang menimbulkan bau busuk, estetika lingkungan menjadi kurang sedap dipandang, mati atau punahnya flora dan fauna dll.

Pembakaran sampah anorganik dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan dan kesehatan manusia dan juga pembakaran merupakan salah satu penyebab efek rumah kaca karena pengaruh naiknya konsentrasi gas karbondioksida (CO_2) yang melampaui kemampuan tumbuh-tumbuhan untuk mengabsorbsinya. Asap merupakan perpaduan atau campuran karbon dioksida, air, zat yang terdifusi di udara, zat partikulat, hidrokarbon, zat kimia organik, nitrogen oksida, dan mineral [12]. Asap adalah suspensi partikel kecil di udara (aerosol) yang berasal dari pembakaran tak sempurna dari suatu bahan bakar. Asap merupakan salah satu polusi udara karena asap yang berupa karbondioksida dan karbonmonoksida.

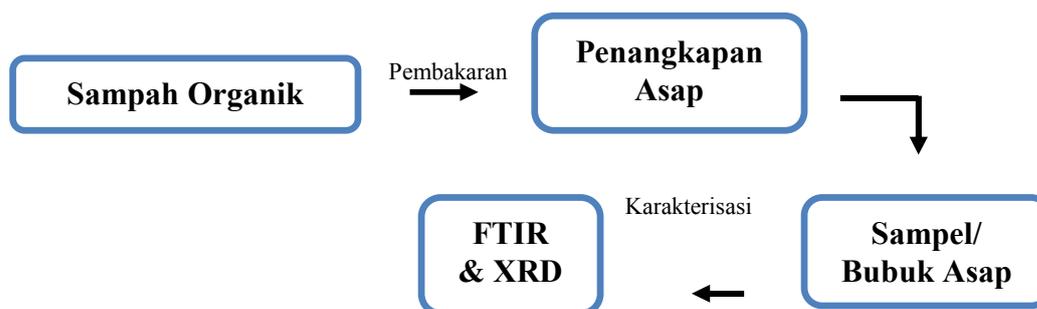
2. METODE PENELITIAN/ RESEARCH METHODE

2.1. Jenis Penelitian

Berdasarkan jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen atau eksperimental. Penelitian ini melalui pendekatan analitik kuantitatif deskriptif. Yaitu hasil penelitian berupa data numerik dengan analisis data secara deskriptif. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui dan memperoleh bahan dasar pembuatan material *graphene oxide* dari asap sampah anorganik menggunakan metode penangkapan asap diuji gugus fungsi, ikatan kimia, dan fase kristal pada sampel.

2.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian untuk pembuatan *graphene oxide* dari asap sampah anorganik menggunakan metode penangkapan asap dilakukan di Gedung Laboratorium Fisikadan Kimia Universitas Islam Sumatera Utara (UISU). Untuk pengujian sampel yang diperoleh akan dilakukan di Laboratorium Fisika UNIMED dan Fisika ITB. Penelitian ini akan dilaksanakan beberapa tahap yaitu dengan tahap pembuatan alat penangkapan asap, tahap proses penangkapan asap, dan tahap pengujian sampel. Sampel diuji FTIR untuk melihat gugus fungsi dan ikatan kimia dan XRD untuk memperoleh data fase kristal pada sampel. Secara umum dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan besar seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir langkah terbentuknya *reduced graphene oxide* (rGO) dari hasil penangkapan asam sampah anorganik.

2.3. Teknik Analisis Data

Penelitian ini melalui pendekatan analitik kuantitatif deskriptif. Yaitu hasil penelitian berupa data grafik, numerik dan gambar yang dianalisis secara deskriptif. Untuk data karakterisasi yang diperoleh akan diplot menggunakan *software* “OriginPro8”.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN/RESULT AND DISCUSSION

Keberhasilan sintesis *reduced graphene oxide* (GO) dengan menggunakan asap sampah anorganik sebagai bahan dasar ini dianalisis dan dibuktikan melalui beberapa jenis karakterisasi. Setelah asap sampah anorganik ditangkap menggunakan alat penangkap asap dan kaca preparat yang digunakan sebagai media penangkap asapnya. Hasil dari penangkapan asap yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini. Keberhasilan sampel oksida grafena yang berasal dari asap sampah anorganik dianalisis dari hasil karakterisasi menggunakan XRD dan diperkuat oleh FTIR.



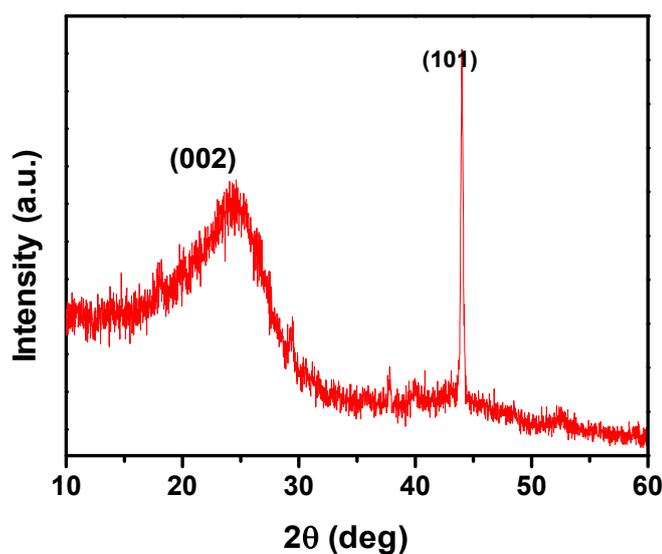
Gambar 2. Asap sampah anorganik yang menempel pada kaca preparat.

3.1. Kristalinitas Sampel (Uji XRD)

Fase kristal dan struktur dari material grafena yang telah disintesis dikarakterisasi menggunakan XRD. Difraksi X-ray (XRD) adalah salah satu alat karakterisasi yang diperlukan untuk menganalisis sifat grafena. Gambar 3. menunjukkan hasil karakterisasi XRD pada sampel. Puncak-puncak yang terbentuk jika mengacu pada referensi [13], maka dapat diketahui bahwa powder dari asap sampah anorganik (Sampel) merupakan powder rGO (*reduced graphene oxide*), hal ini dikarenakan terdapat puncak difraksi (002) pada $2\theta \sim 24,04^\circ$ yang mengindikasikan jarak diantara layer pada rGO dan puncak difraksi (101) pada $2\theta \sim 44,02^\circ$, Sedangkan pada $2\theta = 9,8^\circ - 11,5^\circ$ [14], yang merupakan puncak oksida grafena tidak muncul pada sampel yang dikarakterisasi, hal ini sangat berbeda dengan yang telah dilaporkan oleh peneliti sebelumnya [15] yang menyimpulkan bahwa asap sampah dari kain perca yang juga merupakan sampah anorganik merupakan graphene oxide. Berdasarkan persamaan Bragg diperoleh jarak antar bidang kristalin sebesar $\sim 0,410$ nm pada sampel. Ukuran kristalinitas (H) sampel dihitung dengan persamaan Scherrer seperti yang terlihat pada tabel 1. Untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung pada sampel perlu dilakukan uji lebih lanjut seperti SEM, EDS, ataupun uji lainnya.

Tabel 1. Perbandingan parameter struktur kristal sampel hasil olahan XRD

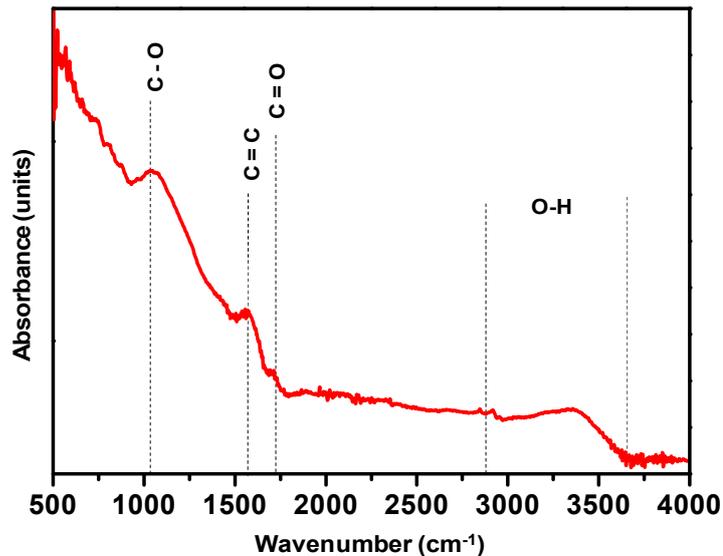
Sampel	Peak (002)				
	2θ (deg)	FWHM (θ)	β (rad)	H (nm)	d (nm)
Sampel	24,04	5,197	0,0905	1,559	0,410



Gambar 3. Hasil karakterisasi pola difraksi (XRD) pada powder asap sampah anorganik.

3.2. Gugus-Gugus Fungsional (UJU FTIR)

Hasil dari karakterisasi XRD yang menunjukkan sampel telah berbentuk rGO juga diperkuat oleh karakterisasi menggunakan FTIR seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Meskipun muncul puncak-puncak yang merupakan gugus fungsi yang terbentuk antara oksigen, hidrogen, dan karbon, namun intensitasnya sangatlah kecil/rendah. Oleh karena itu, pada sampel terdapat puncak pada grup *hydroxyl* ($\sim 3300\text{ cm}^{-1}$), *carbonyl* ($\sim 1720\text{ cm}^{-1}$), dan pada grup *epoxide* ($\sim 1030\text{ cm}^{-1}$ dan $\sim 1240\text{ cm}^{-1}$) dalam intensitas absorbansi yang rendah dan juga menunjukkan terdapat puncak di $\sim 1600\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan puncak dari gugus fungsi aromatik (C=C), merupakan gugus fungsi pada grafena.



Gambar 4. Hasil karakterisasi dan FTIR pada powder asap sampah anorganik.

4. SIMPULAN DAN SARAN/CONCLUSION

4.1. Kesimpulan

1. *Reduced graphene oxide* (rGO) telah berhasil disintesis menggunakan metode ini dengan asap sampah anorganik sebagai bahan dasar
2. Dari hasil uji XRD diperoleh bahwa asap sampah anorganik berupa sampel *graphene/rGO* (*reduced graphene oxide*), bukan lagi berupa sampel GO (*graphene oxide*) seperti yang telah dilaporkan oleh peneliti sebelumnya.
3. Dari hasil karakterisasi XRD sampel setelah diberi pemanasan *microwave* menunjukkan terjadinya penurunan puncak difraksi yang signifikan pada $2\theta = \sim 44,02^\circ$.
4. Dari hasil karakterisasi menunjukkan bahwa terdapat puncak di $\sim 1600\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan puncak dari gugus fungsi aromatik (C=C), merupakan gugus fungsi pada grafena (rGO), sedangkan puncak-puncak lainnya yang terbentuk antara oksigen, hidrogen, dan karbon memiliki intensitas absorbansi yang rendah.

4.2. Saran

Setelah melakukan penelitian ini, penulis merumuskan beberapa saran berikut yang mungkin bisa dilakukan untuk mengembangkan penelitian ini menjadi lebih lengkap dan lebih baik:

1. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa asap sampah anorganik sudah langsung berupa material graphene bukan lagi material graphne oxide seperti penelitian sebelumnya yang telah dilaporkan dan hipotesis awal, oleh karena itu masih diperlukan studi lebih lanjut untuk membuktikan hipotesa tersebut.



2. Perlu dilakukan uji lebih lanjut untuk mengetahui propertis lainnya pada asap sampah anorganik.

5. DAFTAR PUSTAKA/REFERENCES

1. Loryuenyong, V., dkk., 2013, *Preparation and Characterization of Reduced Graphene Oxide Sheets Via Water-Based Exfoliation and Reduction Methods*, Advances in Materials Science and Engineering
2. Georgakilas, V. 2014. Functionalization of Graphene. Wiley-VCH.
3. Iskandar, F. dan Y. bin Rus, 2015, Synthesis of Reduced Graphene Oxide (rGO)/Ni Composite by a Combination of Marcano's and Microwave Assisted Reduction Methods, *Advanced Materials Research*
4. C.-T. Hsieh, Y.-Y. Liu, and A. K. Roy, "Pulse electrodeposited Pd nanoclusters on graphene-based electrodes for proton exchange membrane fuel cells," *Electrochimica Acta*, vol. 64, pp. 205-210, 2012.
5. Chang, H.-H., dkk, 2012, *Electrochemically synthesized graphene/polypyrrole composites and their use in supercapacitor*, Carbon.
6. M. A. Raj and S. A. John, "Simultaneous determination of uric acid, xanthine, hypoxanthine and caffeine in human blood serum and urine samples using electrochemically reduced graphene oxide modified electrode," *Analytica chimica acta*, vol. 771, pp. 14-20, 2013.
7. Wang, X., L. Zhi, dan K. Müllen, 2008, *Transparent, conductive graphene electrodes for dye-sensitized solar cells*. Nano letters
8. D. Wang, W. Yan, S. H. Vijapur, and G. G. Botte, "Electrochemically reduced graphene oxide–nickel nanocomposites for urea electrolysis," *Electrochimica Acta*, vol. 89, pp. 732-736, 2013.
9. Stankovich S dkk, 2006, *Graphene-based composite materials*. Nature.
10. Akinwande dkk, 2011, *Carbon Nanotube and Graphene Device Physics*, Cambridge University Press.
11. Alex S, 2010, *Sukses Mengolah Sampah Organik Menjadi Pupuk Organik*, Yogyakarta : Pustaka Baru Press
12. Faisal F, Yunus F, Harahap F., 2012, Dampak asap kebakaran hutan pada pernapasan. *CDK*.39(1): 31-35.
13. Stobinski, L., et al., *Graphene oxide and reduced graphene oxide studied by the XRD, TEM and electron spectroscopy methods*. Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena, 2014. 195: p. 145-154.
14. Xiufeng Mei, Xiuqing Meng , and F. Wu, *Hydrothermal method for the production of reduced graphene oxide*. Physica E, 2015.
15. Puspitasari, Widya Riski, 2017, *Preparasi dan Sintesis Graphene Oxide dengan Variasi Waktu Pembakaran Kain Perca Menggunakan Metode Penangkapan Asap dengan Kaca Preparat Berdasarkan Uji Absorbansi dan Gugus-Gugus Fungsional*, Yogyakarta : UNY