

KAJIAN AWAL SIFAT OPTIK GRAPHENE OXIDE BERBAHAN DASAR ARANG TONGKOL JAGUNG YANG DISINTESIS DENGAN METODE LIQUID PHASE EXFOLIATION (LPE)

Yuditha Ignasia Bete, Minsyahril Bukit, Albert Zicko Johannes dan Redi K. Pingak
Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto-Penfui
Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85148, Indonesia
E-mail: yudithchia17@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang kajian awal sifat optik Graphene Oxide berbahan dasar arang tongkol jagung yang disintesis dengan metode Liquid Phase Exfoliation (LPE). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi massa karbon tongkol jagung dengan variasi 1 gram; 1,5 gram; 2 gram, pengaruh perlakuan blender, ultrasonikasi, dan blender + ultrasonikasi terhadap nilai absorbansi UV-Vis Graphene Oxide hasil sintesis. Karbon tongkol jagung yang dibakar dihaluskan sampai menjadi serbuk, disintesis dengan bantuan blender, ultrasonifikasi dan blender + ultrasonifikasi selama 3 jam, didiamkan selama satu malam, kemudian diencerkan dengan menggunakan pelarut aquades. Selanjutnya hasil sintesis tersebut dikarakterisasi menggunakan Spektrometer UV-Vis double beam untuk mendapatkan spektrum absorbansinya. Berdasarkan hasil analisis spektrum absorbansi pada masing – masing variasi massa, pada perlakuan ultrasonifikasi nilai absorbansi meningkat secara linear seiring bertambahnya massa. Nilai absorbansi untuk variasi massa 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram secara berturut-turut diperoleh sebesar 1,710 ; 2,071 ; 1,483 untuk perlakuan blender, 1,478 ; 1,571; 1,588 untuk perlakuan ultrasonikasi, dan 1,574 ; 1,450 ; 1,547 untuk perlakuan blender+ultrasonikasi. Dengan metode Liquid Phase Exfoliation diperoleh nilai absorbansi maksimum pada perlakuan blender massa 1,5 gram dengan nilai 2,071 dan nilai absorbansi minimum diperoleh pada perlakuan dengan blender + ultrasonifikasi massa 1,5 gram dengan nilai 1,450. Berdasarkan nilai absorbansi tersebut larutan sampel hasil sintesis termasuk Graphene Oxide. **Kata-kata kunci:** Graphene Oxide, LPE, Spektrum absorbansi, Spektrofotometer UV-Vis, Tongkol jagung.

Abstract

We conducted a preliminary study of optical properties of Graphene Oxide (GO) synthesized from corncob using the Liquid Phase Exfoliation (LPE) method. The aim of this work is to investigate the effects of varying corncob mass (1 gr; 1,5 gr; 2 gr) and varying treatments including blender, ultrasonification, and blender + ultrasonification on the UV-Vis spectrum of Graphene Oxide synthesized from the corncob. The corncobs that have been burned were powdered, synthesized using blender, ultrasonification and blender + ultrasonification for 3 hours, left overnight, and then diluted using aquades. Then, the synthesis results were characterized using UV-Vis double beam spectrophotometer. From the analysis of the absorption spectrum, the absorption values from ultrasonification treatments, the absorption values were linearly proportional to the mass. Absorption values for mass variation of 1 gram, 1,5 gram and 2 gram were 1,710 ; 2,071 ; 1,483 using blender treatment, 1,478 ; 1,571; 1,588 using ultrasonification treatment, and 1,574 ; 1,450 ; 1,547 using blender+ultrasonification treatment. With Liquid Phase Exfoliation, the maximum value of absorbance was found at 1,5 gram mass variation using blender treatment, with the value being 2,071 and the minimum value of the was found when using blender + ultrasonification treatment at 1,5 gram mass variation, with the minimum value being 1,450. From the absorption values, Graphene Oxide has been successfully synthesized from the corncob.

Key words: Graphene Oxide, LPE, Absorption Spectrum, UV-Vis Spectrophotometer, Corncob.

PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkembang dengan pesat melahirkan inovasi material- material kimia terbaru

yang memiliki potensi aplikasi di berbagai bidang disiplin ilmu. Salah satu ilmu pengetahuan yang sedang berkembang dengan sangat pesat adalah nanosains.

Kajian penting nanosains adalah nanoteknologi. Dalam bidang nanoteknologi salah satu material kimia yang banyak menarik perhatian para peneliti adalah grafena. *Graphene* merupakan salah satu jenis material nano berbahan dasar karbon, memiliki sifat kelistrikan, termal, optik dan mekanik yang luar biasa [1-6] yang digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pembuatan kapasitor, transistor, *LED* dan perangkat optoelektronik yang lain [7]. *Graphene* dapat disintesis dengan berbagai metode salah satunya adalah *Liquid Phase Exfoliation* (LPE).

Di NTT Salah satu daerah penghasil jagung terbanyak adalah di kabupaten Malaka khususnya Kecamatan Kobalima. Tongkol jagung merupakan salah satu biomassa yang menjadi sumber karbon [8]. Tongkol jagung memiliki kandungan senyawa karbon yang cukup tinggi, yaitu lignin (6%), selulosa (41%) dan hemiselulosa (36%) yang cukup tinggi yang mengindikasikan bahwa tongkol jagung berpotensi sebagai bahan pembuat arang aktif [9]. Jagung merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan dan merupakan tanaman semusim. Produksi jagung di Indonesia setiap tahunnya menunjukkan peningkatan. Meningkatnya produksi limbah tongkol jagung di Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan limbah tongkol jagung hanya sebatas digunakan sebagai bahan bakar, sebagai pakan ternak dan banyak yang terbuang percuma sehingga berpotensi meningkatkan pencemaran lingkungan.

Seiring dengan perkembangan IPTEK tongkol jagung yang telah diproses menjadi arang melalui proses pembakaran dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk pembuatan nanoteknologi khususnya dalam mensintesis *graphene oxide* (GO). Sintesis *Graphene Oxide* (GO) telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya seperti penelitian yang dilakukan oleh [10] dengan grafit dari batang pensil 2B dengan metode Elektrolisis, [11] menggunakan grafit dari

batang pensil dengan metode *Liquid Sonification Exfoliation* (LSE) dan [12] menggunakan biomassa berupa sekam padi dengan menggunakan metode *Liquid Phase Exfoliation* (LPE). Pada penelitian kali ini penulis menggunakan metode *Liquid Phase Exfoliation* (LPE) dimana *graphene* akan diperoleh dalam bentuk larutan. Pada penelitian ini, sifat *Graphene* yang dikaji adalah sifat optik dengan bahan Dasar arang tongkol jagung (Tabel 1) yang disintesis dengan metode *Liquid Phase Exfoliation* (LPE).

LANDASAN TEORI

Graphene merupakan salah satu jenis material nano yang memiliki sifat unik dan memiliki banyak keunggulan, sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pembuatan kapasitor, transistor, *LED* dan perangkat optoelektronik yang lain [7]. *Graphene* atau grafena adalah material baru tertipis, terkuat, dan terunggul di dunia saat ini yang terbentuk dari satu lapis atom karbon yang memiliki struktur hexagonal menyerupai sarang lebah. Lembaran *graphene* diikat oleh ikatan *van der Waals* dengan jarak antar lembarnya 0,335 nm. *Graphene* memiliki jarak antar atom 0,142 nm dan diikat oleh ikatan kovalen [11]. Lembaran-lembaran *graphene* yang ditumpuk akan membentuk material berbasis karbon seperti *graphite* [13].

Graphene oxide (GO) merupakan senyawa turunan *graphene* yang memiliki karakteristik dan struktur yang mirip dengan *graphene*. Perbedaannya pada *graphene* struktur yang terbentuk planar, sedangkan pada GO terdapat lengkungan karena hadirnya gugus oksigen dalam bentuk karboksil dan karbonil di dalamnya. GO tersusun oleh lapisan tunggal yang berisikan oksigen yang tinggi dari pada *graphene*, dengan perbandingan atom C/O kurang dari 3,0 dan mendekati 2,0. Struktur GO secara sederhana diasumsikan sebagai lembaran *graphene* yang terikat dengan oksigen

dalam bentuk karboksil, hidroksil, atau kelompok epoksi [15].

Tabel 1. Komposisi Arang Tongkol Jagung

Komponen	%
Kadar air	13,6
Karbon tetap (Fixed carbon)	83,6
Abu	2,7
Produktivitas arang (%)	33,1
Produktivitas fixed carbon (%)	28,0
Higher Heating Value(HHV)	32,0

Sumber : [16]

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan adalah *Ultrasonic Cleaner*, Gelas Ukur 50 ml, Timbangan Digital, Blender, Pipet tetes, Gelas Beker 250 ml, Ayakan 325 mesh, Stopwatch, Spektrofotometer UV-Vis *double beam*, *Furnace* (Tanur). Bahan yang digunakan adalah *Graphite* dari tongkol jagung dengan variasi massa 1 gram; 1,5 gram; 2 gram, Detergen Daia (0,8 gram), Aquades, Air.

Metode yang digunakan dalam sintesis material GO pada penelitian ini adalah metode *Liquid Phase Exfoliation* (LPE). Metode LPE adalah metode sintesis *graphene* dalam fase cair menggunakan surfaktan yang dilakukan dengan mencampur serbuk *graphite* ke dalam larutan surfaktan anionik (fungsi pembersih) dan didiamkan selama satu malam agar didapatkan material *graphene* [15]. Pada metode LPE dengan surfaktan, pengelupasan *graphene* dapat diperoleh dari eksfoliasi *graphite* melalui dispersi kimia dilanjutkan dengan teknologi ultrasonifikasi. Teknologi surfaktan dalam metode ini berfungsi melemahkan ikatan *van der waals* antar lembaran *graphene* pada material *graphite* sehingga lembaran-lembaran *graphene* saling terlepas. Berkaitan dengan peran dari surfaktan material *graphite* yang

terdiri dari banyak lembaran *graphene* dapat disintesis menjadi beberapa lembar *graphene* [13].

Proses pembuatan sampel GO dapat dilakukan dengan metode LPE untuk tiga perlakuan blender, ultrasonifikasi, dan blender + ultrasonifikasi terhadap arang tongkol jagung.

Pembuatan arang tongkol jagung dimulai dengan memotong tongkol jagung menjadi bagian-bagian kecil, dicuci untuk menghilangkan partikel-partikel kotor yang melekat pada permukaan tongkol jagung dan dikarbonisasi dalam *furnace* selama 28 menit pada suhu 350°C. Proses tersebut menghasilkan karbon tongkol jagung. Arang yang diperoleh didinginkan, dihaluskan hingga menjadi serbuk dan diayak dengan ayakan 325 mesh.

Setelah diperoleh serbuk karbon tongkol jagung dilakukan penimbangan serbuk karbon menggunakan timbangan digital sesuai masing – masing variasi massa, detergen sebanyak 0,8 gram, aquades 250 ml, dicampur dalam gelas beker secara merata lalu disintesis dengan blender, ultrasonifikasi, dan blender + ultrasonifikasi selama 3 jam. Larutan hasil sintesis didiamkan selama semalam, lalu diambil larutan paling atas menggunakan pipet tetes. Larutan sampel GO yang diperoleh diambil sebanyak 4 ml kemudian diencerkan menggunakan pelarut aquades sebanyak 50 ml, sehingga diperoleh konsentrasi sebanyak 8 %.

Pengenceran dilakukan agar sampel yang akan dikarakterisasi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis *Double Beam* menjadi lebih transparan sehingga radiasi UV-Vis yang ditembakkan dapat melewati sampel tersebut. Larutan sampel GO yang diperoleh dikarakterisasi sifat optiknya pada panjang gelombang 200 – 400 nm. Hasil output dari spektrofotometer UV-Vis berupa grafik antara absorbansi dan panjang gelombang. Pada penelitian ini, sampel yang dikarakterisasi dengan UV-Vis yaitu sampel dengan variasi terhadap massa karbon yaitu

1 gram, 1,5 gram dan 2 gram menggunakan metode LPE untuk tiga perlakuan.

Tabel 2. Data sampel untuk larutan pengencer aquades.

No	Nama Sampel	Massa (gram)	Metode	Pengencer
1.	MIBA	1	Blender	Aquades
2.	M1UA	1	Ultrasonifikasi	Aquades
3.	M1BUA	1	Blender + Ultrasonifikasi	Aquades
4.	M1,5BA	1,5	Blender	Aquades
5.	M1,5UA	1,5	Ultrasonifikasi	Aquades
6.	M1,5BUA	1,5	Blender + Ultrasonifikasi	Aquades
7.	M2BA	2	Blender +	Aquades
8.	M2UA	2	Ultrasonifikasi	Aquades
9.	M2BUA	2	Blender + Ultrasonifikasi	Aquades

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil karakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis double beam sampel GO dengan variasi massa 1 gram ; 1,5 gram ; 2 gram dengan metode LPE pada perlakuan blender, ultrasonifikasi dan blender + ultrasonifikasi masing-masing ditunjukkan pada gambar 1. Berdasarkan hasil karakterisasi sampel hasil sintesis termasuk GO. Karakter GO pada penelitian ini berada pada rentang panjang gelombang 223 nm sampai 224 nm yang mana termasuk pada rentang panjang gelombang untuk GO 220 - 270 nm dengan karakter GO pada penelitian ini termasuk *graphene multilayer* [6,7,12-15].

Pada Gambar 1.A merupakan hasil untuk metode LPE dengan perlakuan Blender dengan variasi massa 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram. Dapat dilihat pada grafik antara absorbansi terhadap panjang gelombang terdapat tiga puncak absorbansi pada panjang gelombang 223,00 nm ; 223,00 nm; 224,00 nm dengan masing-masing nilai absorbansi 1,710 ; 2,071 ; 1,483 (gambar 1.D) . Nilai absorbansi yang diperoleh menunjukkan adanya penyerapan radiasi UV oleh partikel.

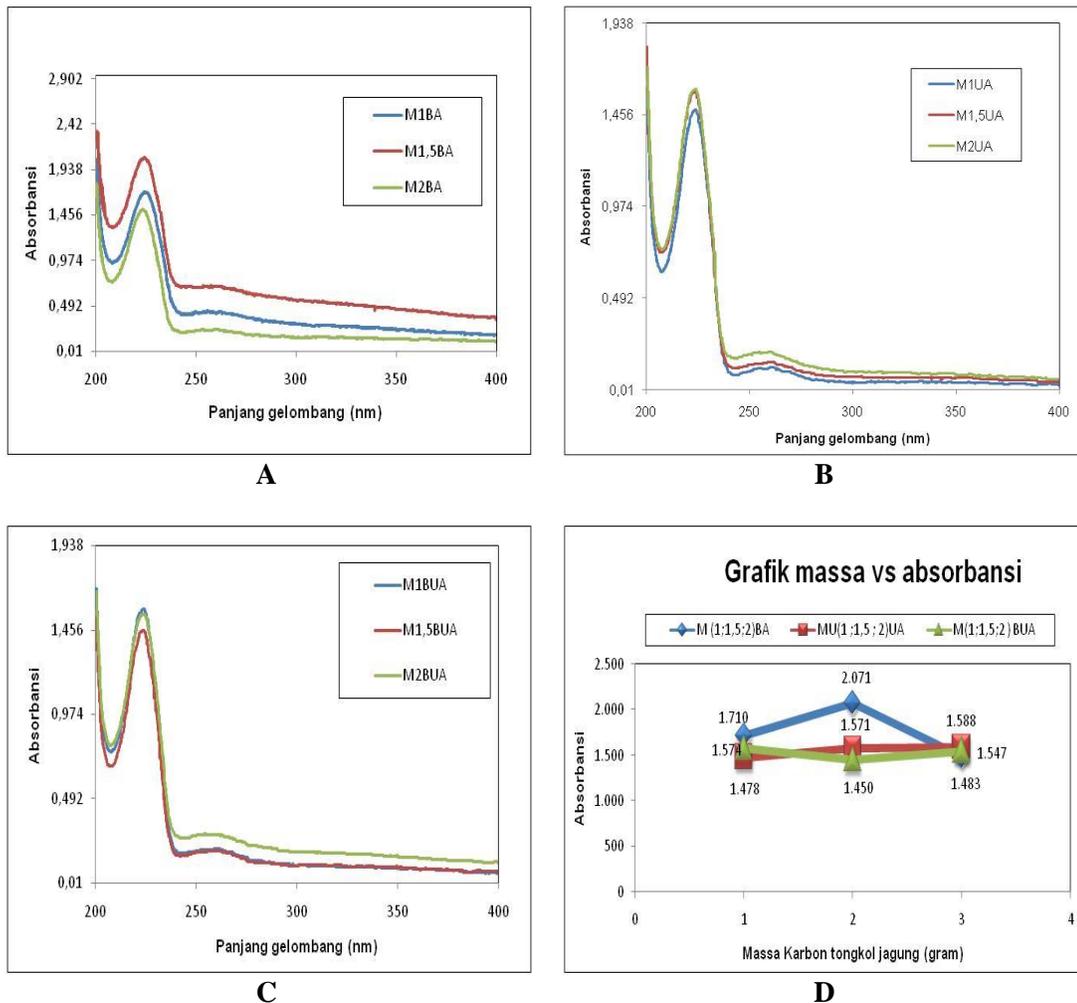
Berdasarkan hasil penelitian ini variasi massa grafit dengan perlakuan Blender dapat meningkatkan jumlah GO yang dihasilkan dari eksfoliasi grafit tetapi ketika massa grafit terlalu banyak Blender semakin sulit membentuk GO.

Gambar 1.B merupakan hasil untuk metode LPE dengan perlakuan Ultrasonifikasi dengan variasi massa 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram. Tiga puncak absorbansi yang teramati berada pada panjang gelombang yang sama 223,00 nm dengan masing-masing nilai absorbansi 1,478 ; 1,571 ; 1,588 (gambar 1.D). Hal ini mengindikasikan bahwa pada variasi massa dan perlakuan dengan ultrasonifikasi, getaran yang kuat mampu mengekfoliasi grafit dengan baik sehingga semakin banyak massa grafit yang digunakan semakin banyak material grafit yang tereksfoliasi dan GO yang diperoleh semakin banyak.

Hasil untuk metode LPE dengan perlakuan Blender dilanjutkan Ultrasonifikasi dengan variasi massa 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram dapat dilihat pada gambar 1.C. Grafik perbandingan spektrum ini memperlihatkan puncak absorbansi yang sama pada posisi panjang gelombang 223 nm dengan masing-masing nilai absorbansi 1,574 ; 1,450 ; 1,547.

Pengaruh variasi massa dan perlakuan blender setelah ultrasonifikasi meningkatkan jumlah GO untuk massa 1 gram, tetapi menurunkan jumlah GO pada massa 1,5 gram dan 2 gram. Hasil ini memperkuat hasil dari variasi massa dan perlakuan Blender yang dapat meningkatkan jumlah GO hasil eksfoliasi tetapi ketika massa grafit terlalu banyak semakin sulit terbentuk GO.

Berdasarkan hasil karakterisasi sampel hasil sintesis termasuk GO. Karakter GO pada penelitian ini berada pada rentang panjang gelombang 223 nm sampai 224 nm yang mana termasuk pada rentang panjang gelombang untuk GO 220 - 270 nm dengan karakter GO pada penelitian ini termasuk *graphene multilayer* [6-7][12-15].



Gambar 1. Spektrum absorbansi: A) Perlakuan Blender B) Perlakuan Ultrasonifikasi C) Perlakuan Blender + Ultrasonifikasi. D) Grafik hubungan massa terhadap nilai absorbansi.

Pada Gambar 1.A merupakan hasil untuk metode LPE dengan perlakuan Blender dengan variasi massa 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram. Dapat dilihat pada grafik antara absorbansi terhadap panjang gelombang terdapat tiga puncak absorbansi pada panjang gelombang 223,00 nm ; 223,00 nm; 224,00 nm dengan masing-masing nilai absorbansi 1,710 ; 2,071 ; 1,483. Berdasarkan hasil ini variasi massa grafik dengan perlakuan Blender pergerakan dan getaran yang kuat mampu mengekfoliasi grafit dengan baik sehingga terbentuk material GO. Tetapi ketika massa grafit

terlalu banyak Blender semakin sulit membentuk GO.

Gambar 1.B merupakan hasil untuk metode LPE dengan perlakuan Ultrasonifikasi dengan variasi massa 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram. Tiga puncak absorbansi yang teramati berada pada panjang gelombang yang sama 223,00 nm dengan masing-masing nilai absorbansi 1,478 ; 1,571 ; 1,588. Hal ini mengindikasikan bahwa pada variasi massa dan perlakuan dengan ultrasonifikasi, mampu mengekfoliasi grafit juga bahkan semakin banyak material GO yang diperoleh.

Hasil untuk metode LPE dengan perlakuan Blender dilanjutkan Ultrasonifikasi dengan variasi massa 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram dapat dilihat pada gambar 1.C. Grafik perbandingan spektrum ini memperlihatkan puncak absorbansi yang sama pada posisi panjang gelombang 223 nm dengan masing-masing nilai absorbansi 1,574 ; 1,450 ; 1,547 (Gambar 1.D.). Pengaruh variasi massa dan perlakuan blender setelah ultrasonifikasi meningkatkan jumlah GO untuk massa 1 gram, tetapi menurunkan jumlah GO pada massa 1,5 gram dan 2 gram. Hasil ini memperkuat hasil dari variasi massa dan perlakuan Blender yang dapat meningkatkan jumlah GO hasil eksfoliasi tetapi ketika massa grafit terlalu banyak semakin sulit terbentuk GO.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil karakterisasi sampel hasil sintesis termasuk GO dengan rentang panjang gelombang 223 nm sampai 224 nm dengan jenis *graphene multilayer* [6-7][12-15].

Pengaruh variasi massa dan perlakuan yaitu blender, ultrasonifikasi dan blender + ultrasonifikasi terhadap hasil sintesis GO berupa nilai absorbansi secara berturut-turut diperoleh 1,710 ; 2,071 ; 1,483 untuk perlakuan blender, 1,478 ; 1,571 ; 1,588 untuk perlakuan ultrasonifikasi, dan 1,574 ; 1,450 ; 1,547 untuk perlakuan blender + ultrasonifikasi. Berdasarkan hasil ini sintesis variasi massa dengan perlakuan blender dapat meningkatkan jumlah GO yang dihasilkan dari eksfoliasi grafit tetapi ketika massa grafit terlalu banyak, perlakuan Blender semakin sulit membentuk GO. Hal yang sama ditemukan pada variasi massa dengan Blender yang dilanjutkan dengan perlakuan ultrasonifikasi. Sedangkan hasil dari variasi massa dengan ultrasonifikasi menunjukkan GO meningkat dengan stabil.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disarankan bahwa untuk

peneliti selanjutnya, sebaiknya menambah variasi massa karbon agar diketahui batas pemakaian, perlu dilakukan penelitian berikutnya menggunakan *furnace* dengan variasi suhu dan waktu untuk pembakaran tongkol jagung, perlu dilakukan penelitian berikutnya menggunakan larutan pengencer lain seperti : Etanol. Serta perlu adanya kajian parameter fisika lainnya yang belum diuji dalam penelitian ini seperti sifat elektronik dan sifat mekanik GO.

DAFTAR PUSTAKA

1. Harahap, 2018. *Sintesis Grafena dari Oksidasi Grafit dan Reduksi Oksida Grafit Menggunakan Reduktor Asam Sitrat*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
2. Johannes, A.Z.. 2018. *Simulasi Perubahan Densitas Muatan Adsorpsi Atom Hidrogen – Graphene dengan Teori Fungsi Kerapatan*. Jurnal Fisika : Fisika Sains Dan Aplikasinya, 3 (2), 179-184.
3. Shao G, Lu Y, Wu F, Yang C, Zeng F, Wu Q. 2012. *Graphene oxide: the mechanisms of oxidation and exfoliation*. J. Mater. Sci. 47(10): 4400-4409
4. Stankovich S, Dikin DA, Piner RD, Kohlhaas KA, Kleinhammes A, Jia Y, Wu Y, Nguyen ST, Ruoff RS. 2007. *Synthesis of graphene-based nanosheet via chemical reduction of exfoliated graphite oxide*. Carbon. 45(7): 1558-1565.
5. Zhu Y, Murali S, Cai W, Li X, Suk JW, Potts JR, Ruoff RS. 2010. *Graphene and graphene oxide: synthesis, properties, and applications*. Adv. Mater. 22(46): 3906-3924.
6. Rafitasari, Y. 2016. *Sintesis Graphene Oxide Dan Reduced Graphene Oxide*. SNF2016 Vol.V OKTOBER 2016.

7. Cahyani, 2018. *Sintesis Graphene Oxide Berbahan Dasar Graphite Limbah Baterai Zinc-Carbon Dalam Fase Cair Menggunakan Frekuensi Audiosonik Dan Ultrasonik*. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta.
8. Darminto, dkk. 2018. *Pengembangan Bahan Karbon Dari Biomassa*. ITS Press. Surabaya.
9. Amiruddin, H. 2016. *Modifikasi Permukaan Karbon Aktif Tongkol Jagung (Zea Mays) Dengan HNO_3 , H_2SO_4 , Dan H_2O_2 Sebagai Bahan Elektroda Superkapasitor*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar. Negeri Yogyakarta.
10. Prakoso, dkk. 2016. *Pengaruh Variasi Lama Waktu Ultrasonikasi Terhadap Spektrum Absorbansi Optik Graphene Oxide (GO) Dari Bahan Pensil 2B Yang Disintesis Menggunakan Metode Elektrolisis*. Jurnal.FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
11. Fikri, dkk. 2016. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Surfaktan Dan Waktu Ultrasonikasi Terhadap Sintesis Material Graphene Dengan Metode Liquid Sonification Exfoliation Menggunakan Tweeter Ultrasonication Graphite Oxide Generator*. Jurnal.FMIPA UNY.
12. Astuti, 2017. *Pengaruh Variasi Massa Karbon Sekam Padi Terhadap Sintesis Material Graphene Oxide Dengan Metode Liquid Phase Exfoliation Menggunakan Blender, Sonifikasi, Dan Blender+Sonifikasi Berdasarkan Uji Uv-Vis*. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta.
13. Rahmawati, 2017. *Sintesis Dan Karakterisasi Material Graphene Oxide Berbahan Dasar Limbah Karbon Baterai Znc Menggunakan Kombinasi Metode Liquid-Phase Exfoliation Dan Radiasi Sinar-X Dengan Variasi Waktu Radiasi Berdasarkan Uji UV-Vis Spektrofotometer*. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta.
14. Wisnuwijaya, 2017. *Preparasi Dan Sintesis Graphene Oxide Dengan Metode Liquid Sonication Exfoliation Dan Random Collision Marbles Shaking Dengan Bahan Dasar Graphite Limbah Baterai Zinc-Carbon Berdasarkan Uji Spektrofotometer UV-Vis*. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta.
15. Rohman, 2018. *Pengaruh Variasi Lama Pengeringan Dan Volume Larutan Graphene Oxide Berbahan Dasar Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Bata Ringan Jenis Cellular Lightweight Concrete*. Universitas Negeri Yogyakarta.
16. Haluti, 2014. *Pemetaan Potensi Limbah Tongkol Jagung sebagai Energi Alternatif Di Wilayah Provinsi Gorontalo*. Tesis. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.