

ANALISA BAND-GAP REDUCED GRAPHENE OXIDE (rGO) BERBAHAN DASAR TEMPURUNG KELAPA (*Cocos nucifera* L)

Lela Agustina¹, Nugrahani Primary Putri²

^{1,2}Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
agslela05@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan sintesis material *reduced graphene oxide* (rGO) berbahan dasar tempurung kelapa dengan metode kalsinasi dan Hummers termodifikasi. Untuk metode kalsinasi serbuk tempurung kelapa dipanaskan suhu 1000°C selama 2 jam, sedangkan metode Hummers termodifikasi terlebih dahulu serbuk tempurung kelapa dipanaskan pada suhu 400°C selama 3 jam lalu dicampurkan dalam larutan H₂SO₄, dan serbuk KMnO₄ serta NaNO₃. Serbuk hasil sintesis kemudian dikarakterisasi FTIR untuk mengetahui gugus fungsi sampel serta spektroskopi UV-Vis untuk mengetahui nilai lebar celah pita material. Hasil karakterisasi kedua sampel mengandung gugus fungsi utama *reduced graphene oxide* (rGO) yaitu C=C, serta impuritas seperti C=O, C-O-C, O-H dan C-Cl. Sedangkan hasil analisa *band gap* dengan metode *absorbance edge* dari hasil spektroskopi UV-Vis sampel kalsinasi dan Hummers termodifikasi masing-masing adalah 1,70 eV dan 1,04 eV. Dari karakterisasi tersebut menunjukkan bahwa hasil *reduced graphene oxide* (rGO) berbahan dasar tempurung kelapa menggunakan metode Hummers termodifikasi memiliki hasil yang lebih baik daripada metode kalsinasi

Kata Kunci: *reduced graphene oxide* (rGO), kalsinasi, Hummers termodifikasi

Abstract

Synthesis of *reduced graphene oxide* (rGO) material based on coconut shell with calcination method and modified Hummers has been done. For the method of calcination of coconut shell powder heated the temperature of 1000°C for 2 hours, while the modified Hummers method of coconut shell powder was heated at 400°C for 3 hours then mixed in H₂SO₄ solution, KMnO₄ and NaNO₃ powder. The powder is synthesized then characterized FTIR to determine the functional groups of samples as well as UV-Vis spectroscopy to determine the width of the band gap of the material. The characterization results both samples contained the main functional groups of *reduced graphene oxide* (rGO) is C = C, as well as impurities such as C = O, C-O-C, O-H and C-Cl. While the result of *band gap* analysis with *absorbance edge* method from UV-Vis spectroscopy result of calcination and modified Hummers is 1.70 eV and 1.04 eV. The characterization shows that the resulting *reduced graphene oxide* (rGO) based coconut shell using the modified Hummers method has better results than the calcination method.

Keywords: *reduced graphene oxide* (rGO), calcination, modified Hummers

PENDAHULUAN

Graphene sebagai salah satu alotrop karbon memiliki bentuk lembaran tipis heksagonal 2D. Graphene memiliki sifat fisika dan kimia yang unik seperti efek kuantum serta mobilitas elektron dan konduktivitas yang tinggi [1.2]. Karena sifatnya yang unik, graphene telah memicu minat yang sangat besar disegala bidang seperti sebagai perangkat elektronik dan energi [3], katalis [4], sensor [5], dan kapasitor [6]. Material graphene murni hanya akan memiliki ikatan C=C dan C-C dimana graphene seperti ini hanya bisa disintesis menggunakan metode *Chemical Vapor Deposition* (CVD) yang membutuhkan biaya tinggi, proses sintesis yang rumit serta produk yang dihasilkan sedikit [7]. Sebagai alotrop karbon lainnya, material *reduced graphene oxide* (rGO) saat ini menjadi primadona bagi peneliti karena sifatnya yang menyerupai graphene namun memiliki sedikit gugus hidroksil dan karboksil yang menyisip diantara kerangka graphene. Selain itu, proses sintesis *reduced graphene oxide* (rGO) jauh lebih sederhana dari pada

sintesis graphene namun memiliki hasil yang menyerupai graphene. Sintesis *reduced graphene oxide* (rGO) umumnya menggunakan bahan dasar grafit. Penggunaan grafit sebagai bahan dasar pembuatan *reduced graphene oxide* (rGO) dapat diganti dengan bahan lain yang mengandung karbon tinggi, salah satunya tempurung kelapa. Mengingat Indonesia sebagai negara tropis dengan penyebaran tanaman kelapa yang ada di hampir seluruh nusantara, sehingga memicu produksi kelapa yang cukup melimpah maka diperlukan pengelolaan limbah tempurung kelapa agar memiliki nilai ekonomi. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan difokuskan pada sintesis *reduced graphene oxide* (rGO) berbahan dasar tempurung kelapa menggunakan metode kalsinasi dan Hummers termodifikasi.

Karakterisasi material *reduced graphene oxide* (rGO) salah satunya dapat dilakukan dengan pengujian FTIR. Hasil FTIR akan menampilkan pola serapan gelombang untuk gugus fungsi tertentu, sehingga dari pola FTIR tersebut dapat diketahui kemurnian pada sampel. Material

reduced graphene oxide (rGO) dan *graphene oxide* (GO) pada pola FTIR memiliki pola hampir sama [8], namun yang membedakan adalah intensitas serapan gugus hidroksil dan karboksil yang mulai berkurang untuk material *reduced graphene oxide* (rGO) bahkan gugus fungsi impuritas tersebut beberapa ada yang sudah menghilang akibat proses reduksi proses sintesis yang dilakukan lebih baik [8]. Sedangkan analisa nilai lebar celah pita energi material *reduced graphene oxide* (rGO) dapat diketahui melalui karakterisasi UV-Vis. Hasil karakterisasi UV-Vis akan diketahui bahwa sampel *graphene oxide* (GO) memiliki absorbansi maksimum pada panjang gelombang 250 nm sedangkan untuk sampel *reduced graphene oxide* (rGO) puncak absorbansi maksimum bergeser ke arah panjang gelombang yang lebih tinggi 270 nm [9]. Bergesernya puncak absorbansi menuju panjang gelombang yang lebih tinggi menunjukkan konjugasi aromatik lembaran *graphene* terbentuk kembali setelah proses reduksi [9]. Kemudian hasil dari pengukuran UV-Vis akan diperoleh nilai lebar celah pita material. Nilai lebar celah pita material *reduced graphene oxide* (rGO) berada pada rentang 0,02 – 2 eV [10], dimana rentang material *reduced graphene oxide* (rGO) tersebut termasuk dalam rentang bahan semikonduktor [11].

METODE

2.1 Material

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah tempurung kelapa dengan varietas kelapa dalam, H₂SO₄ (95-97%, Merck), NaNO₃ (Merck), KMnO₄ (Merck), H₂O₂ (30%, Merck), HCl 10% dan aquademin.

2.2 Preparasi Sampel

Dalam penelitian ini, sintesis *reduced graphene oxide* (rGO) berbahan dasar tempurung kelapa terbagi menjadi 2, yakni sintesis menggunakan metode kalsinasi dan metode Hummers termodifikasi. Preparasi sampel dilakukan dengan pengumpulan limbah tempurung kelapa kemudian pemilahan serta dibersihkan dari serabutnya lalu direduksi menjadi ukuran yang lebih kecil dan dikeringkan dalam oven suhu 110°C selama 1 jam dan yang terakhir ditumbuk hingga menjadi serbuk lolos saring 100 mesh. Untuk metode kalsinasi, serbuk tempurung kelapa dipanaskan dalam *double tube furnace* pada suhu 1000°C selama 2 jam dengan kelajuan panas 5°/menit, serbuk arang hasil pemanasan akan disaring hingga menjadi serbuk lolos saring 200 mesh. Sedangkan untuk preparasi sampel *reduced graphene oxide* (rGO) menggunakan metode Hummers termodifikasi terlebih dahulu serbuk tempurung kelapa dipanaskan pada suhu 400°C selama 3 jam hingga menjadi arang, kemudian

serbuk disaring hingga lolos saring 200 mesh dan dicuci menggunakan aquademin untuk menghilangkan pengotornya dan dikeringkan. Serbuk arang akan diproses Hummers dengan pencampuran 2 gram serbuk arang tempurung kelapa dan 2 gram NaNO₃ dilarutkan dalam 100 mL H₂SO₄, kemudian secara perlahan ditambahkan 12 gram KMnO₄, kemudian dilakukan penambahan 100 mL aquademin, dan penambahan 250 mL aquademin kedua lalu ditambahkan H₂O₂ sampai gelembung menghilang. Larutan hasil sintesis Hummers akan diendapkan semalaman kemudian didekantasi dan endapan dicuci HCl 10% dilanjut aquademin hingga pH=7 kemudian dilakukan reduksi termal.

2.3 Karakterisasi Sampel

Serbuk *reduced graphene oxide* (rGO) hasil sintesis kalsinasi dan Hummers termodifikasi dikarakterisasi FTIR (Shimadzu) pada rentang *wavenumber* 400 cm⁻¹ sampai 4000 cm⁻¹, untuk mengetahui gugus fungsi dan impuritas sampel kemudian hasil FTIR akan dibandingkan dengan datasheet pola serapan gugus fungsi serta penelitian terdahulu [9]. Sedangkan untuk mengetahui nilai lebar celah pita (*band-gap value*) energi material *reduced graphene oxide* (rGO) dengan dilakukan karakterisasi spektroskopi UV-Vis (Shimadzu) pada rentang panjang gelombang 200 nm – 600 nm, hasil dari UV-Vis akan diperoleh panjang gelombang pada absorbansi maksimum yang akan dibandingkan dengan penelitian terdahulu [10], serta diolah menggunakan persamaan energi foton untuk mengetahui nilai lebar celah pita dengan metode *absorbance edge* yang terlebih dahulu menentukan panjang gelombang *cut-off* yang diperoleh dari hasil regresi linier grafik, kemudian dimasukkan dalam persamaan dibawah:

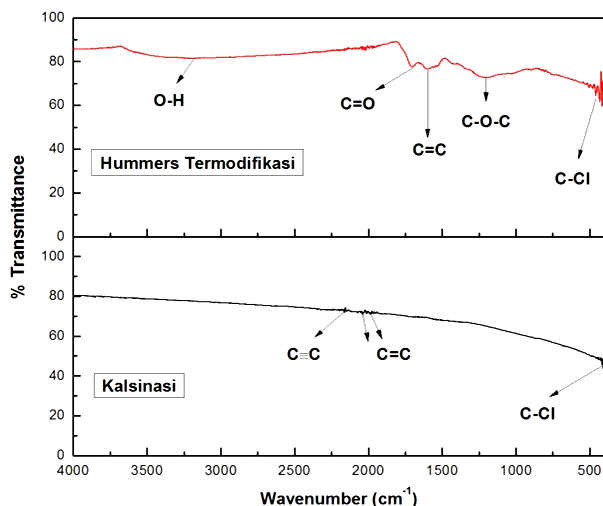
$$E_g = \frac{h c}{\lambda_c} \quad (2.1)$$

Dengan:

- E_g = lebar celah pita energi (Joule atau eV)
- h = konstanta Planck (6,626 x 10⁻³⁴ J.s atau 4,136 x10⁻¹⁵ eV.s)
- c = kecepatan cahaya diruang hampa (2,997 x 10⁸ m/s)
- λ_c = panjang gelombang *cut-off* (m)

HASIL DAN PEMBAHASAN

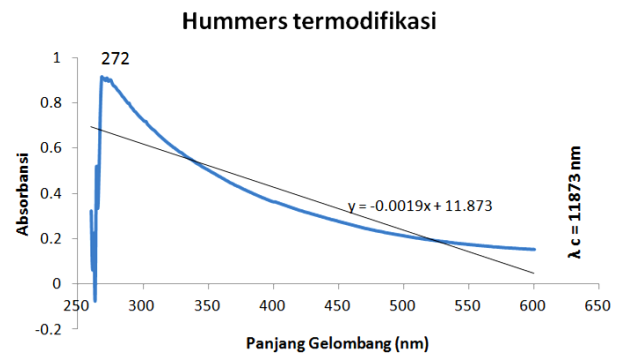
3.1 Analisa Hasil FTIR



Gambar 3.1. Serapan gugus fungsi *reduced graphene oxide* (rGO) metode kalsinasi dan Hummers termodifikasi

Hasil karakterisasi FTIR ditunjukkan pada gambar 3.1, secara keseluruhan kedua sampel telah memiliki gugus fungsi utama material *reduced graphene oxide* (rGO) yakni ikatan C=C, kemudian kedua sampel juga memiliki serapan C-Cl yang mana dari serapan tersebut mampu mengindikasikan bahwa material merupakan bahan alam yang memiliki propabilitas impuritas unsur klorin (Cl) akibat kandungan unsur hara dalam tanah disekitar tanaman kelapa, selain itu serapan C-Cl pada sampel Hummers termodifikasi bisa saja akibat proses pembilasan HCl yang masih menyisakan atom Cl sehingga berikatan dengan atom karbon. Dari hasil karakterisasi FTIR hasil uji sesuai dengan penelitian terdahulu [8], namun untuk sampel kalsinasi masih terdapat serapan C≡C milik raw material tempurung kelapa yang mengisyaratkan bahwa pada suhu 1000°C masih belum mampu memutus ikatan C≡C menjadi C=C seluruhnya. Sedangkan untuk sampel Hummers termodifikasi sesuai dengan material *reduced graphene oxide* (rGO) hasil penelitian Emiru dan Ayele (2017), akan tetapi intensitas serapan yang lebih besar pada sampel uji mengindikasikan bahwa sampel Hummers termodifikasi masih belum tereduksi secara sempurna khususnya untuk gugus karboksil dan hidroksil. Untuk itu pada sampel Hummers termodifikasi perlu dilakukan perubahan dari reduksi termal menjadi reduksi kimiawi.

3.2 Analisa Lebar Celah Pita Energi



Gambar 3.2 Grafik regresi linier hasil pengujian spektrofotometer UV-Vis *reduced graphene oxide* (rGO) Hummers termodifikasi

Berdasarkan hasil karakterisasi spektroskopi UV-Vis, diperoleh nilai panjang gelombang pada absorbansi maksimum untuk sampel kalsinasi dan Hummers termodifikasi masing-masing adalah 274 nm dan 272 nm. Hasil tersebut menunjukkan kesesuaian dengan hasil penelitian Andrijanto, dkk (2016) dan terkonfirmasi sebagai material *reduced graphene oxide* (rGO). Gambar 3.2 merupakan contoh hasil regresi linier grafik UV-Vis untuk sampel Hummers termodifikasi. Hasil perhitungan band gap dengan metode absorbance edge diperoleh untuk sampel kalsinasi dan Hummers termodifikasi masing-masing adalah 1,70 eV dan 1,04 eV. Secara keseluruhan nilai *band gap* sampel kalsinasi dan hummers termodifikasi termasuk dalam rentang material *reduced graphene oxide* (rGO) serta termasuk dalam rentang bahan semikonduktor [11]. Sampel *reduced graphene oxide* (rGO) kalsinasi dan Hummers termodifikasi memiliki perbedaan nilai *band gap* yang cukup signifikan meskipun dengan nilai panjang gelombang absorbansi maksimum yang hampir sama. Hal ini dipengaruhi oleh unsur karbon, hidrogen dan oksigen yang merupakan unsur-unsur non logam yang pada dasarnya memiliki sifat listrik insulator. Sifat insulator ini menyebabkan elektron pada pita valensi tidak dapat loncat menuju pita konduksi karena *band gap* yang relatif besar. Ketika unsur oksigen dan hidrogen diminimalisir, maka lebar celah pita energi akan berkurang [11].

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini telah berhasil dilakukan sintesis *reduced graphene oxide* (rGO) berbahan dasar tempurung kelapa dengan metode kalsinasi dan Hummers termodifikasi. Hasil *reduced graphene oxide* (rGO) hasil sintesis sesuai dengan hasil penelitian terdahulu berdasarkan karakterisasi FTIR dan spektroskopi UV-Vis. Nilai lebar celah pita energi material *reduced graphene*

oxide (rGO) metode kalsinasi lebih besar daripada Hummers termodifikasi hal ini karena masih terdapatnya ikatan $C\equiv C$ yang teramati dari uji FTIR sehingga memperlebar celah pita, meskipun pada hasil FTIR sampel Hummers termodifikasi memiliki impuritas yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. K. Geim and K. S. Novoselov, “*The Rise of Graphene*,” *Nature Materials*, Vol. 6, 2007, pp. 183-191.
- [2] Jingyu Sun, Yubin Chen, Xin Cai, Bangjun Ma, Zhaolong Chen, Manish Kr. Priyadarshi¹, Ke Chen, Teng Gao, Xiuju Song, Qingqing Ji, Xuefeng Guo, Dechun Zou, Yanfeng Zhang, and Zhongfan Liu. “*Direct low-temperature synthesis of graphene on various glasses by plasma-enhanced chemical vapor deposition for versatile, cost-effective electrodes*”. *Nano Research* 8(11) · June 2015
- [3] Chang K, Chen WX. *L-cysteine-assisted synthesis of layered MoS₂/graphene composites with excellent electrochemical performances for lithium ion batteries*. *ACS Nano*. 2011;9:4720–4728
- [4] Zhang H, Lv X, Li Y, Wang Y, Li J. *P25-graphene composite as a high performance photocatalyst*. *ACS Nano*. 2010 Jan 26;4(1):380-6.
- [5] Varla Eswaraiah, Krishnan Balasubramaniamb and Sundara Ramaprabhu. *Functionalized graphene reinforced thermoplastic nanocomposites as strain sensors in structural health monitoring*. *J. Mater. Chem.*, 2011,21,12626-12628.
- [6] Zhen Xu & Chao Gao. *Graphene chiral liquid crystals and macroscopic assembled fibres*. *Nature Communications* volume 2, Article number: 571 (2011)
- [7] Gomez-Navarro C, dkk. 2007. *Electronic Transport Properties of Individual Chemically Reduced Graphene Oxide Sheets*. *Nano Lett*: 3499-503.
- [8] Emiru, T. F., and Ayele, D. W. 2017. *Controlled Synthesis, Characterization and Reduction of Graphene Oxide: A Convenient Method for Large Scale Production*. *Egyptian Journal of Basic and Applied Science* 4 (2017) 74-79.
- [9] Andrijanto, E., Shoerya Shoelarta, Gatot Subiyanto, Sadur Rifki. 2016. *Facile synthesis of graphene from graphite using ascorbic acid as reducing agent*. *AIP Conference Proceedings* 1725, 020003.
- [10] Nashrullah, M dan Darminto. 2014. *Analisis Fasa dan Lebar Celah Pita Energi Karbon Pada Hasil Pemanasan Tempurung Kelapa*. *Jurnal Seni dan Sains POMITS*.
- [11] Ahmed, Syed Naeem. 2007. *Physics & Engineering of Radiation Detection First Edition*. Elsevier Inc.

