

## PENGARUH WAKTU ULTRASONIKASI TERHADAP NILAI KAPASITANSI ELEKTRODA SUPERKAPASITOR BERBAHAN DASAR TEMPURUNG KELAPA

Tiara Sarah Dewi<sup>1</sup>, Nugrahani Primary Putri<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

[sarahdewi05@gmail.com](mailto:sarahdewi05@gmail.com)

### Abstrak

Tempurung kelapa merupakan bahan alam yang mengandung unsur karbon sebesar 74,62 % sehingga berpotensi sebagai bahan dasar *Reduced Graphene Oxide*. Untuk memperoleh distribusi pori yang merata pada bahan, digunakan metode ultrasonikasi. Sintesis dilakukan menggunakan metode kalsinasi suhu 1000°C dengan waktu *holding* 2 jam kemudian di ultrasonikasi dengan variasi waktu ultrasonikasi sebesar 0,5 jam, 1 jam, 1,5 jam, 2 jam dan 2,5 jam. Kemudian dilakukan karakterisasi spektroskopi raman dan voltametri siklik. Dari hasil spektroskopi raman, diperoleh grafik dengan puncak pada bilangan gelombang 1349,5 cm<sup>-1</sup> dan 1593,5 cm<sup>-1</sup> yang disebut puncak D (*defect*) dan puncak G (*grafitik*). Selain itu, juga didapatkan nilai kapasitansi dari karakterisasi voltametri dengan variasi waktu ultrasonikasi berturut turut sebesar 472,64 F/g, 479,28 F/g, 481,76 F/g, 482,56 F/g, dan 485,97 F/g. Dari hasil karakterisasi tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu ultrasonikasi maka diperoleh nilai kapasitansi yang juga semakin besar.

**Kata Kunci:** *reduced graphene oxide* (rGO), ultrasonikasi, nilai kapasitansi tempurung kelapa.

### Abstract

Coconut shell is containing carbon elements of 74.62% so that it could be a base for Reduced Graphene Oxide. To obtain a uniform pore distribution on the material, an ultrasonication method was used. This study aims to determine the effect of ultrasonication time on the value of the capacitance of the material produced. Synthesis was carried out using a calcination method at a temperature of 1000 ° C with a holding time of 2 hours then ultrasound with a variation of the ultrasonication time of 0.5 hours, 1 hour, 1.5 hours, 2 hours and 2.5 hours. Then characterization of raman spectroscopy and cyclic voltammetry is carried out. From the results of raman spectroscopy, a graph is obtained with a peak at wave number 1349.5 cm<sup>-1</sup> and 1593.5 cm<sup>-1</sup> called peak D (*defect*) and peak G (*graphitic*). The capacitance value of the voltammetric characterization was also obtained with the variation of ultrasonication time in a row of 472.64 F/g, 479.28 F/g, 481.76 F/g, 482.56 F/g, and 485.97 F/g. From the results of the characterization, it shows that the longer the ultrasonication time, the greater the capacitance value.

**Keywords:** *reduced graphene oxide* (rGO), ultrasonication, capacitance coconut shell

### PENDAHULUAN

Tempurung kelapa yang banyak dikenal sebagai limbah, ternyata juga dapat dimanfaatkan. Dari pengujian kadar karbon fix didapat nilai karbon sebesar 74,62% dalam tempurung kelapa [5]. Kandungan karbon yang cukup tinggi, menjadikan potensi tempurung kelapa dapat diolah sebagai bahan dasar grafena. Luas permukaan besar yang dimiliki grafena merupakan alasan terpenting bahan grafena diaplikasikan sebagai elektroda superkapasitor. Adanya luas permukaan yang besar mengakibatkan elektron yang masuk pada permukaan sampel akan semakin banyak sehingga nilai kapasitansi akan semakin meningkat pula. Namun material grafena hanya dapat disintesis menggunakan metode yang cukup rumit untuk dilakukan yaitu metode CVD (*Chemical Vapor Deposition*) dan elektrodeposisi.

Sebagai alternatif grafena, dapat digunakan *reduced graphene oxide* (rGO) karena rGO memiliki struktur dan sifat yang menyerupai grafena dan dapat disintesis menggunakan metode yang efektif, aman, dan mudah yaitu menggunakan metode *Hummers* atau metode reduksi *Graphene Oxide* (GO). *Reduced Graphene Oxide* memiliki struktur ikatan tunggal karbon dan ikatan

rangkap karbon seperti grafena yaitu C-C dan C=C, namun pada kisi atomnya terdapat defek/cacat pada bidang karbon, sehingga banyak ikatan impuritas antara atom C dengan atom impuritas H, O, dan N [4]. Untuk meningkatkan kinerja bahan sebagai superkapasitor maka dilakukan modifikasi karbon dengan cara ultrasonikasi. Ultrasonikasi merupakan teknik pengelupasan partikel dengan menggunakan gelombang ultrasonik pada frekuensi tertentu. Apabila gelombang ultasonik dimanfaatkan untuk kebutuhan dalam bidang penelitian (ultrasonikasi), maka akan menimbulkan efek kavitasi. Efek kavitasi menyebabkan partikel dapat berukuran nanometer dengan melalui proses pembentukan, pertumbuhan, pemecahan gelembung dengan medium air [9]. Metode ultrasonikasi memanfaatkan efek kavitasi yang terjadi ketika gelombang ultrasonik merambat di dalam cairan. Dengan ultrasonikasi, struktur dan distribusi pori bahan dapat berubah karena adanya getaran yang diberikan pada sampel. Apabila distribusi pori merata, jumlah pori lebih banyak, dan luas permukaan semakin besar maka akan mempengaruhi nilai kapasitansi suatu material [3].

Karakterisasi *reduced graphene oxide* (rGO) menggunakan Spektroskopi Raman. Hasil Spektroskopi Raman berupa bilangan gelombang dan intensitas raman allotrop karbon sehingga dapat ditentukan nilai intensitas defek/cacat bahan dan nilai grafitik bahan sehingga dapat dihitung nilai rasio  $I_D/I_G$  dan dapat dikategorikan dalam allotrop karbon grafit, *graphene oxide*, atau *reduced graphene oxide*. Material *graphene oxide* (GO) dan *reduced graphene oxide* (rGO) memiliki letak puncak yang hampir sama namun yang membedakan adalah intensitas grafitik yang semakin berkurang disebabkan adanya reduksi kimia atau termal pada bahan [7]. Sedangkan nilai kapasitansi bahan dapat diketahui melalui karakterisasi voltametri.

## METODE

### 2.1 Material

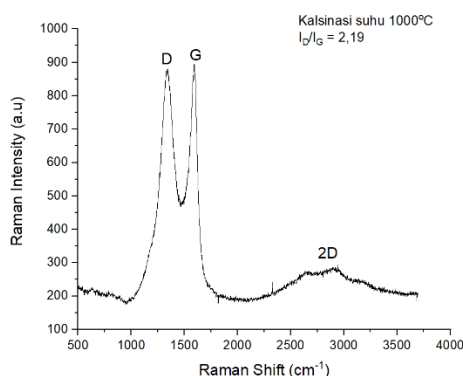
Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah tempurung kelapa dengan varietas kelapa dalam, dan aquades.

### 2.2 Preparasi Sampel

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode kalsinasi. Preparasi sampel dilakukan dengan pengumpulan limbah tempurung kelapa kemudian pemilahan serta dibersihkan dari serabutnya lalu dipotong-potong kecil dan dikeringkan dalam oven suhu  $110^\circ\text{C}$  selama 1 jam kemudian ditumbuk. Serbuk tempurung kelapa yang telah dipreparasi kemudian dipanaskan dalam *furnace* pada suhu  $1000^\circ\text{C}$  selama 2 jam dan menjadi serbuk arang tempurung kelapa. Serbuk arang tempurung kelapa kemudian disaring menggunakan ayakan berukuran 200 *mesh*. Setelah itu, dilakukan pengujian Spektroskopi Raman untuk mengetahui struktur yang terbentuk dalam kategori rGO dan Voltametri untuk mengetahui nilai kapasitansinya.

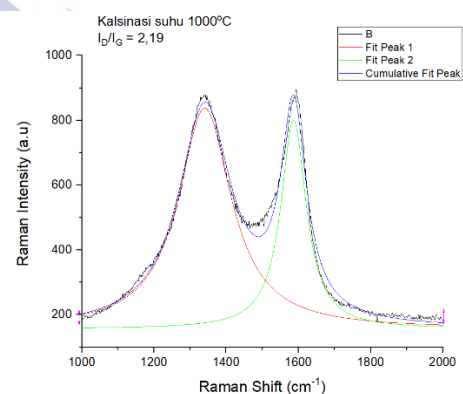
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisa Hasil Spektroskopi Raman



Gambar 3.1. Spektrum Raman Hasil Kalsinasi  $1000^\circ\text{C}$

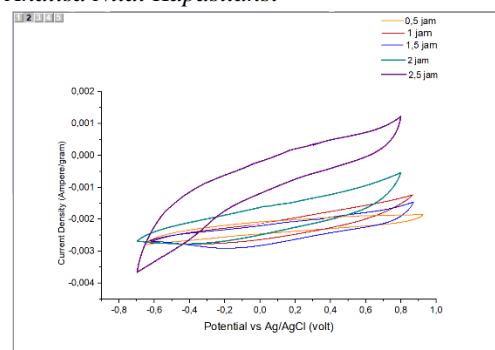
Hasil karakterisasi Spektroskopi Raman ditunjukkan pada gambar 3.1, diperoleh data berupa grafik yang menunjukkan hubungan antara intensitas Raman dengan bilangan gelombang. Dari grafik tersebut terdapat dua puncak pada bilangan gelombang  $1349,5\text{ cm}^{-1}$  dan  $1593,5\text{ cm}^{-1}$  dan disebut dengan puncak D (*defect*) dan puncak G (grafitik). Tingginya intensitas puncak D dan puncak G mengindikasikan struktur bahan mengalami banyak cacat akibat dari proses termal yang digunakan untuk mereduksi *Graphene Oxide* menjadi *Reduced Graphene Oxide* (prasetya,2014). Selain itu, juga terdapat puncak dengan intensitas lemah pada bilangan gelombang  $\sim 2500\text{ cm}^{-1}$  yang mengindikasikan bahwa sampel terdiri dari banyak tumpukan lapisan atau disebut juga *few layer* (prasetya,2014).



Gambar 3.2. Fitting Curve data Raman

Setelah dilakukan *fitting curve* pada data Raman, maka akan diperoleh nilai  $I_D/I_G$  menggunakan luas area kurva dari puncak D dibagi dengan luas area kurva dari puncak G, sehingga diperoleh nilai  $I_D/I_G$  sebesar 2,19. Hasil tersebut dapat dikategorikan sebagai *Reduced Graphene Oxide* pada laser 572 nm. Pada penelitian yang dilakukan oleh Gurunathan (2015) diperoleh rasio  $I_D/I_G$  sebesar 2,149 dan penelitian Eigler dkk (2012), mensintesis rGO menggunakan metode *hummers* dan diperoleh nilai  $I_D/I_G$  sebesar 2,7 dikategorikan sebagai *Reduced Graphene Oxide*.

### 3.2 Analisa Nilai Kapasitansi



Gambar 3.2 Kurva voltammogram rGO

Berdasarkan hasil karakterisasi voltametri siklik, diperoleh kurva yang menunjukkan perbandingan tegangan (V) dengan arus (I). Siklus rGO dengan *scan rate* 5 mV/s pada waktu ultrasonikasi 0,5 jam sampai 2,5 jam memiliki kurva histerisis yang reversibel. Berdasarkan gambar 3.2 menunjukkan elektroda dengan waktu ultrasonikasi 0,5 jam, 1 jam dan 1,5 jam memiliki kurva histerisis dengan *loop* yang sangat sempit. Sedangkan pada elektroda dengan waktu ultrasonikasi 2 jam dan 2,5 jam memiliki *loop* histerisis yang lebih lebar. Dengan menggunakan persamaan 1 dan 2 dapat diketahui nilai kapasitansi elektroda:

$$C_{sel} (F) = \frac{\int i dV}{\Delta V \times V_s} \quad (1)$$

$$C_s (F g^{-1}) = \frac{2 C_{sel}}{m} \quad (2)$$

Dimana  $C_{sel}$  = kapasitansi sel (F),  $I$  = arus pengosongan (A),  $V_s$  = laju *scan* (mV/s),  $\Delta V$  = rentang potensial (V),  $C_s$  = kapasitansi spesifik (F g<sup>-1</sup>),  $m$  = massa elektroda (g),  $x$  = tebal elektroda (cm) [7].

Dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) maka dapat diketahui nilai kapasitansi elektroda adalah sebagai berikut.

**Tabel 4.1.**

Kapasitansi elektroda dengan variasi waktu ultrasonikasi

Waktu Ultrasonikasi (jam)	Kapasitansi Spesifik (F g <sup>-1</sup> )
0,5	472,64
1	479,28
1,5	481,76
2	482,56
2,5	485,97

Pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya waktu ultrasonikasi maka kapasitansi spesifik sampel elektroda juga akan semakin besar pula mencapai 485,97 F g<sup>-1</sup> pada waktu ultrasonikasi 2,5 jam. Ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu ultrasonikasi maka distribusi pori akan semakin merata sehingga meningkatkan nilai kapasitansi elektroda.

**KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi waktu ultrasonikasi dapat mempengaruhi nilai kapasitansi suatu elektroda. Dimana semakin lama waktu ultrasonikasi yang digunakan, maka nilai kapasitansi yang akan dihasilkan juga semakin besar, dapat dilihat pada hasil penelitian waktu ultrasonikasi 2,5 jam memiliki nilai kapasitansi terbesar yaitu 485,97 F g<sup>-1</sup>. Hal ini dikarenakan

perlakuan ultrasonikasi yang dapat membuat distribusi pori suatu material semakin merata sehingga meningkatkan nilai kapasitansi elektroda.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Gurunathan S, Han Jae W, Kim Su E, Park Hyum J, Kim J H. 2015. *Reduction of Graphene Oxide by Resveratrol: a Novel and Simple Biological Method for the Synthesis of an Effective Anticancer nanotherapeutic Molecul.* Seoul, Republic of Korea. Dove Press Journal: International Journal of Nanomedicine 2015:10 2951-2696.

[2] Eigler S, Christoph D. 2012. *Visualization of Defect Densities in Reduced Graphene Oxide.* Germany: Elsevier.doi.org/10.1016/j.carbon.2012.03.039.

[3] Labbani A, Zakir M dan Maming. 2015. *Sintesis dan Karakterisasi Karbon Nanopori Ampas Tebu (Saccharum Officianarum) dengan Aktivator ZnCl<sub>2</sub> melalui Iradiasi Ultrasonik sebagai Bahan Penyimpan Energi Elektrokimia.* Skripsi. Universitas Hasanudin Makassar.

[4] Nugraheni Yogi A, Nasrullah M, Fandi Angga Prasetya. 2015. *Study on Phase, Molecular Bonding, and Bandgap of Reduced Graphene Oxide Prepared by Heating Coconut Shell.* Surabaya. Materials Science Forum Vol. 827 (2015) pp 285-289 doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.827.285.

[5] Nurdiansyah Hanifudin. 2013. *Pengaruh Variasi Temperatur Karbonasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi Electric Double Layer Capacitor (EDLC).* Surabaya: Jurnal Teknik POMITS Vol. 2, No. 1, ISSN: 2337-3539 (2301-9271).

[6] Prasetya, Fandi Angga. 2015. *Study of Raman Spectroscopy on Graphene Phase from Heat Treatment of Coconut (Cocus Nucifera) Shell.* Material Science Forum Vol. 872 (2015) pp 290-293.

[7] Rosi M, Abdullah M, Khairurrijal. 2009. *Sintesis Nanopori Karbon dari Tempurung Kelapa Sebagai Elektroda Superkapasitor.* Jurnal Nanosains & Nanoteknologi, ISSN 1979-0880. Bandung:Institut Teknologi Bandung.

[8] Sina A, Asgharzadeh H, Kim Hyoung S. 2015. *Fast and Fully-scalable Synthesis of Reduced Graphene Oxide.* South Koera. Scientific Report 5: DOI:10.1038/srep10160.

[9] Wahyudi A, Amalia D, Sariman dan Rochani S. 2010. *Sintesis Nanopartikel Zeolit Secara Top Down Menggunakan Planetary Ball Mill dan Ultrasonikator.* M & E Vol. 8 No. 1 hal 32 – 36.