

Application of coconut battery waste to graphic as an alternative electrode on primary battery cells

Rikson Siburian^{1*}, Saur L Raja¹, Minto Supeno¹, Crystina Simanjuntak¹

¹ Department of Chemistry Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

*Email: rikson@usu.ac.id

Abstract

Coconut shell is one of the potential biomass as carbon sources. Coconut shell is converted to charcoal through the carbonization process. The potential of charcoal from coconut shells can be synthesized into graphene. Graphene is a derivative of one of the carbon allotropes, namely graphite, where carbon is in the form of thin plates with sp² orbitals arranged hexagonally. The process of making graphene which is coconut shell dried in the sun then pyrolysis into charcoal then mixed with activated carbon as a reducing agent at 600 °C for 1 hour to produce graphene. The graphene produced is characterized by X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX). The results by XRD analysis showed the resulting peaks were not sharp and slightly widened at the diffraction peaks at 24 ° and 44 °. The results of SEM-EDX analysis at 4000x magnification show the surface size and shape of the structure that is smaller, thinner and reduced buildup on the graphene structure. graphene that has been successfully synthesized was tested on a coin battery. The coin battery cathode which was replaced with graphene succeeded in turning on the light.

Keyword: charcoal, graphene, activated carbon, pyrolysis, coconut shell

Abstrak

Tempurung kelapa merupakan salah satu biomassa yang berpotensi sebagai sumber karbon. Tempurung kelapa dikonversikan menjadi arang melalui proses karbonisasi. Potensi arang dari tempurung kelapa dapat disintesis menjadi grafena. Grafena merupakan turunan dari salah satu alotrop karbon yaitu grafit dimana karbon berbentuk plat tipis dengan orbital sp² yang disusun secara heksagonal. Proses pembuatan grafena dalam pengabdian ini yaitu tempurung kelapa dikeringkan di bawah sinar matahari selanjutnya dipirolisis menjadi arang kemudian dicampurkan dengan karbon aktif sebagai reduktor pada suhu 600°C selama 1 jam menghasilkan grafena. Grafena yang dihasilkan dikarakterisasi dengan X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX). Hasil oleh analisa XRD menunjukkan puncak yang dihasilkan yang tidak tajam dan sedikit melebar puncak difraksi pada 24° dan 44°. Hasil analisa SEM-EDX pada perbesaran 4000x menunjukkan ukuran permukaan dan bentuk struktur yang lebih kecil, tipis serta berkurangnya penumpukan pada struktur grafena. Grafena yang telah berhasil disintesis dilakukan uji coba terhadap baterai koin. Katoda baterai koin yang telah diganti dengan grafena berhasil menghidupkan lampu.

Kata Kunci: arang, grafena, karbon aktif, pirolisis, tempurung kelapa

1. PENDAHULUAN

Material berbasis karbon pada beberapa dekade terakhir ini telah berperan penting karena kombinasi unik dari sifat kimia dan fisisnya, yang mencakup konduktivitas termal dan listrik yang baik, kekuatan mekanik yang tinggi, dan sifat optik yang menarik (Islamiyah *et al.*, 2018). Grafena adalah material nano berbasis karbon terbaru yang memiliki potensi aplikasi yang sangat luas (Sarkar *et al.*, 2014). Secara umum metode sintesis grafena seperti metode penumbuhan grafena dari silikon karbida (SiC), Chemical Vapor Deposition (CVD) pada logam Ni dan Cu, modifikasi metode Hummer dinilai kurang efisien dan membutuhkan biaya yang relatif mahal, sehingga dikembangkan metode sintesis sederhana yang mampu memproduksi grafena secara murah dan berskala besar (Nugraheni *et al.*, 2015). Metode sintesis grafena yang saat ini sedang dikembangkan adalah sintesis grafena dari biomassa karbon seperti kelapa (*cocos nucifera*) (Supeno *et al.*, 2018).

Unsur karbon (C) (87.1 wt%) merupakan unsur yang paling mendominasi dalam arang tempurung kelapa. Dari biomassa yang terbarukan inilah dapat dihasilkan senyawa karbon yakni produk “green carbon” (Supeno *et al.*, 2019). Grafena yang dihasilkan dalam pengabdian ini digunakan sebagai katoda pada sel baterai primer. Baterai adalah piranti elektrokimia yang mengkonversi energi kimia menjadi energi listrik selama proses pertukaran elektron diantara anoda dan katoda. Komponen utama penyusun baterai primer yaitu anoda (Zn), katoda (grafit) serta elektrolit (MnO₂, NH₄Cl). Permasalahan utama baterai primer adalah umur pakai yang singkat dan daya hantar listrik (DHL) yang rendah. Konsep yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan utama tersebut menggunakan grafitik karbon (C- π) seperti grafena. Keunggulannya adalah luas permukaan besar dan konduktivitas yang tinggi (Bo *et al.*, 2014).

2. METODE PELAKSANAAN

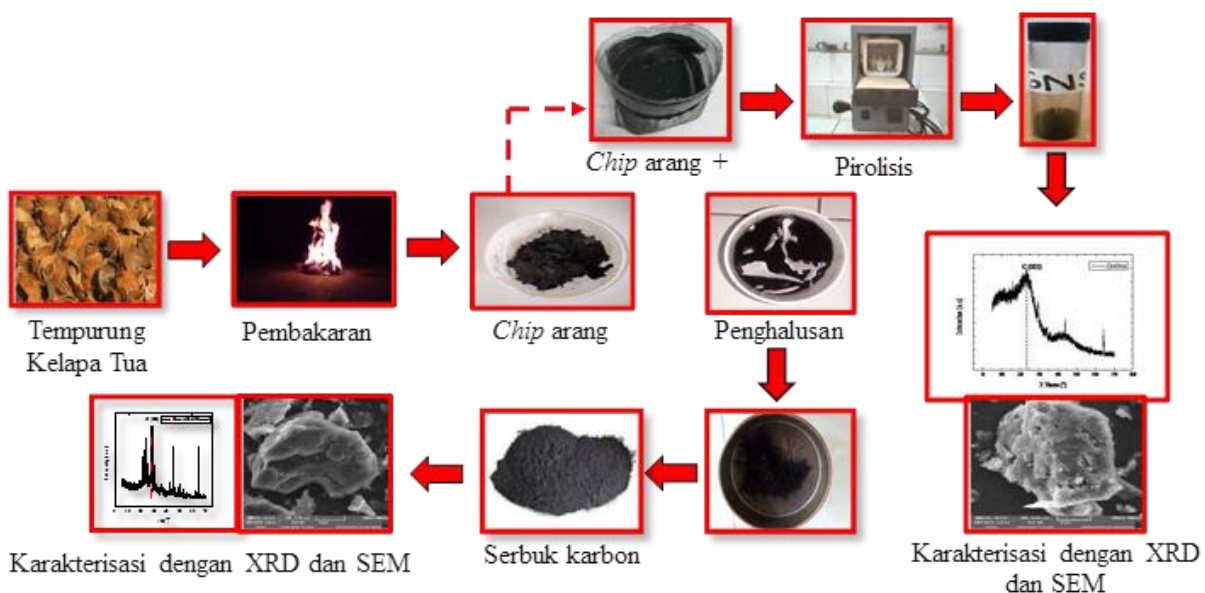
Pengabdian dilakukan di SMA Swasta Muhammadiyah 02 Medan di kelas XII-MIA 1. SMA Swasta Muhammadiyah 02 Medan sebagai mitra dalam pengabdian menyediakan bahan baku limbah tempurung kelapa untuk diubah menjadi grafena sebagai elektroda pada sel baterai primer. Adapun tahapan-tahapan dalam pembuatan elektroda dibagi menjadi 2 tahapan :

1. Pembuatan Arang

Limbah tempurung kelapa digunakan sebagai bahan dasar pada pembuatan elektroda pada sel baterai primer. Tempurung kelapa yang sudah dijemur di bawah sinar matahari dipirolisis didalam tungku dalam keadaan bebas oksigen selama 5 jam pada suhu 600°C hingga menjadi arang. Setelah arang menjadi dingin, kemudian dihaluskan dengan menggunakan mortar. Selanjutnya, diayak dengan menggunakan ayakan dengan ukuran 100 mesh untuk dikarakterisasi dengan menggunakan XRD dan SEM.

2. Sintesis Grafena

Arang dari tempurung kelapa berbentuk chip, selanjutnya ditimbang dan dicampur dengan serbuk karbon aktif. Selanjutnya ditanur pada suhu 600°C selama 1 jam. Selanjutnya diayak dengan menggunakan ayakan dengan ukuran 150 mesh guna memisahkan arang tempurung kelapa dengan karbon aktif. Tempurung kelapa dicuci dengan aquadest hingga bersih dan dikeringkan pada oven suhu 70°C. Selanjutnya, dikarakterisasi menggunakan XRD dan SEM.



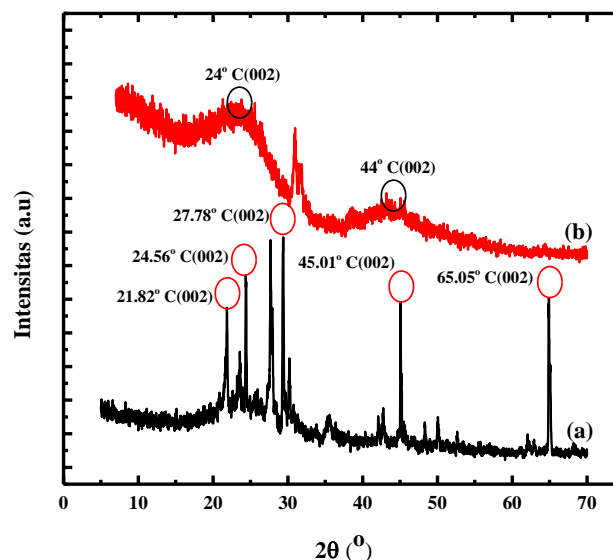
Gambar 2.1. Skema Sintesis Grafena dari Limbah Tempurung Kelapa

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Grafena digunakan sebagai material pengganti elektroda pada sel baterai primer. Grafena disintesis dari limbah tempurung kelapa. Sintesis berhasil dilakukan yang dibuktikan dari data XRD dan SEM-EDX sebagai berikut :

3.1 X-Ray Diffraction (XRD)

Analisa XRD menggunakan alat difraktometer sinar-X Rigaku Smartlab 3 kW Radiasi Cu-K α digunakan (1.540598 Å) untuk mengamati sampel dari 5° hingga 70° dengan kecepatan scan 2° min⁻¹, tegangan 44 kV, dan arus 40 mA. Difaktogram dari arang tempurung kelapa dan grafena tempurung kelapa ditunjukkan pada Gambar 3.1.

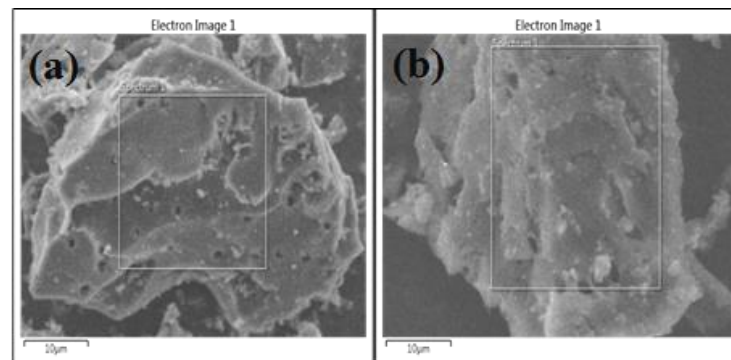


Gambar 3.1. Difraktogram arang tempurung kelapa (a) dan grafena tempurung kelapa(b)

Berdasarkan pola difraksi diatas, arang tempurung kelapa menunjukkan puncak yang tajam dan rapat pada beberapa daerah 2θ dimulai dari sudut difraksi 21,82°, 24,56°, 27,78°, 45,01° dan 65,05° ini menunjukkan bahwa fasa yang terbentuk adalah fasa kristalin. Data yang di peroleh ini merupakan ciri khas struktur kristal dari grafit (stroller *et al*, 2008). Pada pola difraksi grafena, munculnya dua puncak dari pola difraksi yang dihasilkan menggambarkan bahwa telah terbentuk fasa grafena karena memiliki puncak difraksi pada 24° dan puncak difraksi pada sudut 44° (Raccichini *et al*, 2010).

3.2 Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDX)

Hasil analisa morfologi arang tempurung kelapa dan grafena tempurung kelapa dengan menggunakan SEM pada perbesaran 4000x dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Foto SEM arang tempurung kelapa (a) dan grafena (b)

Pada perbesaran 4000x terlihat arang tempurung kelapa (Gambar 3.2a) berbentuk tumpukan yang menandakan bahwa arang tempurung kelapa memiliki struktur berlapis. Grafit memiliki bentuk flake dengan struktur pori yang besar yang merupakan ciri khas dari grafit (Allen *et al*, 2010). Grafena (Gambar 3b) terlihat memiliki lapisan permukaan tipis, tidak tebal dengan pori yang kecil (Kucinskis *et al*, 2018). Lembaran grafena ini tersusun satu sama lain membentuk padatan tidak teratur dengan lapisan yang lebih tipis.

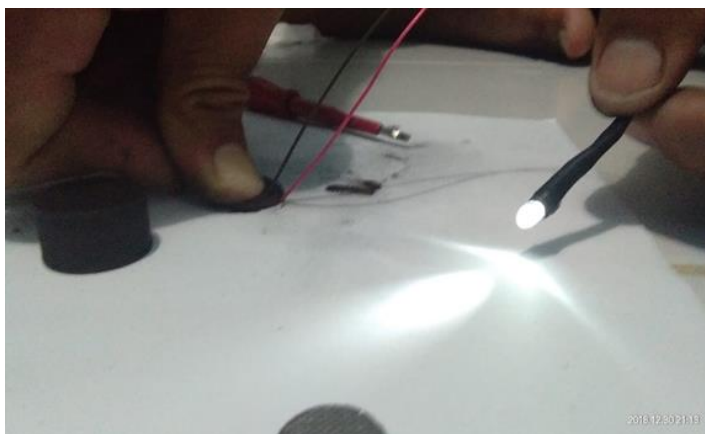
Spektra EDX menunjukkan komponen yang terkandung dari arang tempurung kelapa dan grafena tempurung kelapa. Jumlah komponen yang terkandung dalam arang tempurung kelapa dan grafena tempurung kelapa ditampilkan dalam bentuk data EDX ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Nama Atom	Kelimpahan Atom	
	Arang Tempurung Kelapa	Grafena Tempurung Kelapa
Karbon (C)	87.1	84.4
Oksigen (O)	6.4	9.8
Kalium (K)	6.5	5.6
Magnesium (Mg)		0.2

Tabel 3.1 Data EDX dari arang tempurung kelapa dan grafena tempurung kelapa

Tabel 3.1 menunjukkan bahwa arang tempurung kelapa didominasi oleh atom C. Intensitas atom C yang besar dari arang disebabkan karena struktur grafit terdiri atas ikatan-ikatan atom karbon. Pada grafena, persentase atom karbon mengalami penurunan. Penurunan disebabkan oleh proses oksidasi pada arang tempurung kelapa. Penambahan karbon aktif akan mereduksi gugus-gugus fungsi oksigen yang menyusun grafit.

Grafena yang berhasil disintesis dari arang tempurung kelapa diuji coba dengan menggunakan baterai koin. Tampak jelas pada Gambar 3.2, baterai yang berisi grafena mampu menghidupkan lampu dengan berkas cahaya yang cukup terang.



Gambar 3.3. Uji coba grafena pada baterai koin

4. KESIMPULAN

Dari hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilaksanakan oleh tim pengabdian dapat disimpulkan bahwa :

1. Arang tempurung kelapa menunjukkan puncak yang tajam dan rapat pada beberapa daerah 2θ dimulai dari sudut difraksi $21,82^\circ$, $24,56^\circ$, $27,78^\circ$, $45,01^\circ$ dan $65,05^\circ$ ini menunjukkan bahwa fasa yang terbentuk adalah fasa kristalin.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Tim pengabdian pada masyarakat mengucapkan terima kasih kepada pihak LPPM USU yang telah memberikan dana kepada pengabdian ini. Terima kasih juga kepada pihak mitra yang telah kooperatif di dalam pelaksanaan pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Berndt, T. J. (1981a). Age changes and changes over time in prosocial intentions and behavior between friends. *Developmental Psychology*, 17, 408-416.
- Berndt, T. J. (1981b). Effects of friendship on prosocial intentions and behavior. *Child Development*, 52, 636-643.
- Bo, Z., Shuai, X., Mao, S., Yang, H., Qian, J., Chen, J., Yan, J., Cen, K.: Green preparation of reduced graphene oxide for sensing and energy storage applications. *Scientific Reports* 4, 4684 (2014).
- G. Kucinskis, G. Bajars, and J. Kleperis, Graphene in lithium ion battery cathode materials : A review, *J. Power Sources*, 240 (2018) 66–79
- Islamiyah, W., Nashirudin, L., Baqiya, M.A., Cahyono, Y., dan Darminto.: Sulfuric acid intercalated-mechanical exfoliation of reduced graphene oxide from old coconut shell. *AIP Conf. Proc.* 1945, 020054 (2018).
- M. D. Stoller, S. Y. Park, J. An. Zhu, R. S. Ruoff, Graphene based ultracapacitors, *Nano Lett*, 8 (2008)3498–3502.

- M. J. Allen, V. C. Tung, R. B. Kaner, Honeycomb carbon: a review of graphene, *Chem.Rev.* 110 (2010) 132–145
- Nugraheni, A.Y., Nashrullah, M., Prasetya, F.A., Astuti, F., Darminto.: Study on phase, molecular bonding, and bandgap of 82 reduced graphene oxide prepared by heating coconut shell. *Materials Science Forum* 827, 285-289 (2015).
- R. Raccichini, A. Varzi, S. Passerini, B. Scrosati, The role of graphene for electrochemical energy storage, *Nat.Mater.* 14(2010) 271–279.
- Sarkar, S.K., Raul, K.K., Pradhan, S.S., Basu, S., dan Nayak, A.: Magnetic properties of graphite oxide and reduced graphene oxide. *Physica E.* 64, 78-82 (2014).
- Supeno, M., and Siburian, R., New route: Conversion of coconut shell to be graphite and graphene nano sheets, *Journal of King Saud University – Science.* (2018).doi: 10.1016/j.jksus.2018.04.016
- Supeno, M., Simanjuntak, C., Siburian, R., Facile and Benign Method to Produce Large Scale Graphene Nano Sheets, *Iranian Journal*, (2019).