

DOI: doi.org/10.21009/03.1101.FA18

VARIASI ELEKTROLIT DAN BEDA POTENSIAL DALAM PEMBUATAN GRAFIT TEREKSFOLIASI MENGGUNAKAN METODA ELEKTROKIMIA

Aly Zainal Abidin^{a)}, Ricky Anthony Santoso^{b)}, Indriantoro Bayu Aji^{c)}
Linahtadiya Andiani^{d)}, Memoria Rosi^{e)}

Departemen Teknik Fisika, Universitas Telkom, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

Email: ^{a)}alyzainalabidin@student.telkomuniversity.ac.id,

^{b)}rickyanthonysantoso@student.telkomuniversity.ac.id, ^{c)}idrtbayuaji@student.telkomuniversity.ac.id,

^{d)}linahtadiyaa@telkomuniversity.ac.id, ^{e)}memoriarosi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Grafrit tereksfoliasi (*exfoliated graphite/EG*) merupakan material dua dimensi yang menarik dan banyak diteliti karena potensinya yang meluas untuk aplikasi piranti elektronik, optoelektronik, komposit dan penyimpan energi. Salah satu metoda pembuatan grafrit tereksfoliasi adalah metoda elektrokimia yang memiliki beberapa keunggulan diantaranya hasil (*yield*) yang banyak, lapisan yang tipis (mencapai 3 *layer*), ukuran lateral yang besar (sampai 44 μm), dan rasio oksidasi (C/O) yang rendah (17,2) dan peluang untuk produksi massal. Penelitian ini bertujuan untuk membuat EG dari pensil 2B menggunakan metoda elektrokimia dengan variasi elektrolit dan beda potensial. Elektrolit yang digunakan adalah K_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, dan Na_2SO_4 dengan rentang konsentrasi 0,05-0,5 M dan beda potensial adalah 10-20 V. Konstruksi pembuatan EG terdiri dari dua pelat katoda dan anoda yang berjarak 2 cm yang direndam dalam larutan elektrolit. Beda potensial yang digunakan dalam percobaan divariasikan dari 10 volt hingga 25 volt untuk mendapatkan voltase optimal. Platinum digunakan sebagai katoda sedangkan pensil 2B berbahan grafrit digunakan sebagai anoda. Morfologi EG yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi menggunakan digital mikroskop.

Kata-kata kunci: Elektrokimia, Elektrolit, Grafrit Tereksfoliasi (*Exfoliated Graphite/EG*), K_2SO_4 , Na_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Abstract

Exfoliated graphite (EG) is an interesting and widely develop two-dimensional material due to its widespread applications of electroni devices, optoelectronics, composites and energy storage devices. One of the preffered method to manufacture EG is the electrochemical which has several advantages including a high yield, fairly thin layers (up to 3 layers), large lateral size (up to 44 m), low oxidation ratio (C/O). of 17.2 and potential to mass production. This study aimed to produce EG from "2B" pencil using electrochemical methods with electrolyte variations and potential differences. The electrolytes were K_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, dan Na_2SO_4 with a concentration range of 0.05-0.5 M and the potential difference were 10-20 V. For EG manufacturing, the two cathode and anode plates which was separated about 2 cm were immersed in the electrolyte. Platinum is used as the cathode while the graphite 2B pencil is used as the anode. The resulting EG morphology were then characterized using a digital microscope.

Keywords: Electrochemical, Electrolyte, Exfoliated Graphite (EG), K_2SO_4 , Na_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

PENDAHULUAN

Grafit merupakan salah satu material alotrop karbon berbentuk kristal tiga dimensi yang tersusun dari banyak lembaran grafit. Lembaran grafit sendiri merupakan kumpulan lapisan grafin, material dua dimensi, yang saling bertumpukan [1]. Grafit terkelupas (exfoliated graphite/EG) sesuai namanya adalah lembaran grafit yang terlepas dari grafit utuh akibat proses pengelupasan (exfoliation) [2]. Proses pengelupasan ini dapat dilakukan dengan metode kimia, mekanika, elektrokimia dan termal. Meskipun merupakan bagian dari grafit, struktur dua dimensi dari EG memiliki luas permukaan spesifik yang lebih tinggi. Penambahan luas area spesifik EG ini menguntungkan dan dapat diaplikasikan pada berbagai aplikasi seperti divais elektronika, optoelektronika, komposit dan penyimpanan energi [3].

Salah satu metoda pembuatan grafit tereksfoliasi adalah metoda elektrokimia yang memiliki beberapa keunggulan diantaranya hasil (*yield*) yang banyak, lapisan yang cukup tipis (mencapai 3 *layer*), ukuran lateral yang besar (sampai 44 μm), dan rasio oksidasi (C/O) yang rendah (17,2) Selain itu metode elektrokimia untuk menghasilkan EG merupakan metoda yang cepat, mudah, ramah lingkungan dan murah [4]. Pengelupasan EG melibatkan fenomena oksidasi dan interkalasi. Akibat ikatan Van Der Waals yang lemah antar lapisan grafin, senyawa elektrolit akan dapat mengoksidasi permukaan grafit dan ion elektrolit mudah interkalasi ke dalam lapisan grafit [5]. Proses interkalasi ini membutuhkan larutan elektrolit garam anorganik seperti K_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, dan Na_2SO_4 , karena mengandung anion SO_4^{2-} yang memberikan hasil eksfoliasi secara efisien [4]. Dalam eksfoliasi elektrokimia, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil eksfoliasi elektrokimia, seperti konsentrasi larutan elektrolit, beda potensial, dan waktu.

Dalam penelitian ini digunakan metode elektrokimia untuk membuat EG dari isi pensil 2B yang terbuat dari grafit. Proses eksfoliasi dilakukan dengan menggunakan tiga variasi senyawa elektrolit yaitu K_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, dan Na_2SO_4 dengan variasi konsentrasi (0.05-0.5 mol). Pensil 2B digunakan sebagai elektroda sedangkan plat platinum sebagai katoda. Kedua pelat diatur dengan jarak konstan 2 cm. Untuk mendapatkan hasil EG yang optimal, variasi beda potensial yang digunakan adalah 10-20 V selama 3-10 menit. Untuk tahap awal, percobaan dilakukan dengan variasi beda potensial pada konsentrasi elektrolit yang sama. Selanjutnya tegangan optimal tersebut digunakan untuk membuat EG dengan berbagai variasi konsentrasi elektrolit. Hasil yang optimal diperoleh saat EG melayang pada permukaan gelas yang berisi larutan elektrolit, sedangkan serbuk EG yang mengendap pada dasar gelas merupakan eksfoliasi grafit yang bercampur dengan larutan elektrolit.

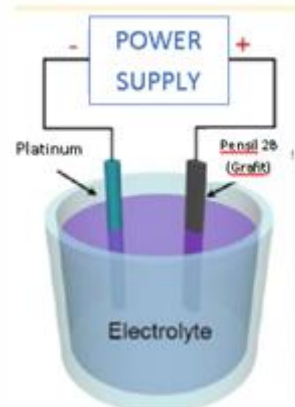
METODOLOGI

Persiapan bahan

Pensil 2B dibersihkan dari kayu yang menempel sehingga diperoleh isi pensil berbentuk batangan silinder hitam yang tipis. Untuk membuat larutan elektrolit, masing-masing senyawa elektrolit (K_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, dan Na_2SO_4) dilarutkan ke dalam pelarut akuades dengan konsentrasi 0,05-0,5 M.

Pembuatan EG dan karakterisasinya

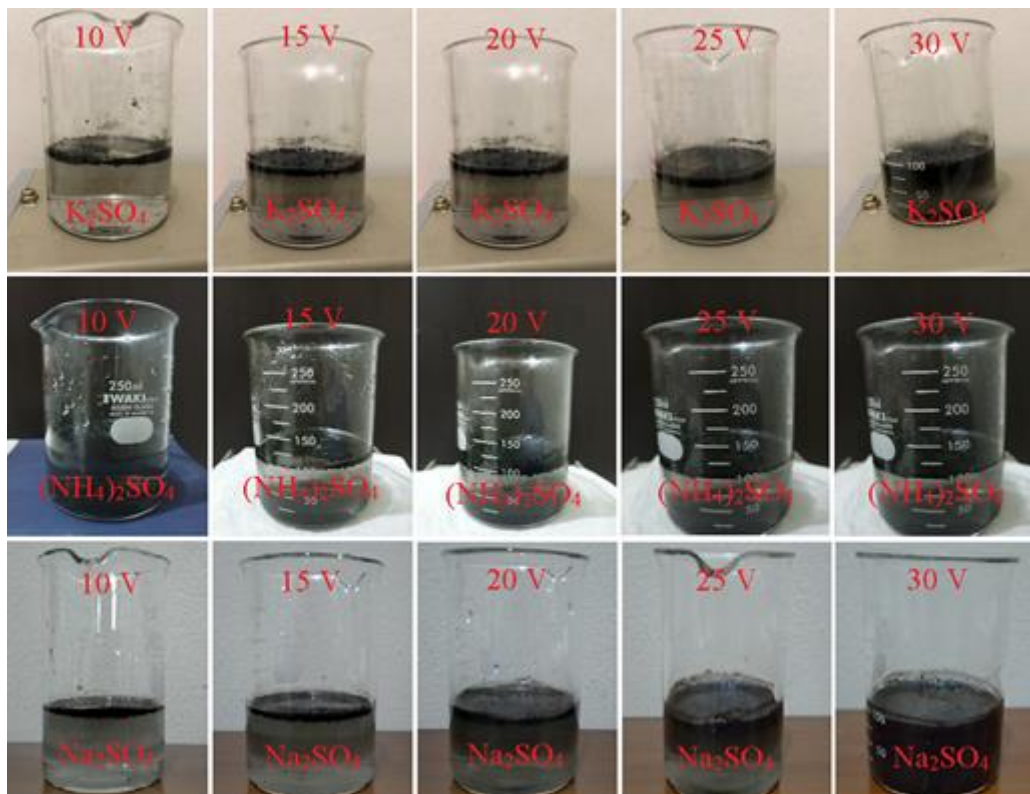
Pembuatan EG dimulai dengan menyiapkan gelas kimia dengan volume 250 ml yang berisi larutan elektrolit. Pada gelas kimia tersebut dimasukkan isi pensil 2B platinum dengan jarak yang diatur sebesar 2 cm. Pensil 2B yang berfungsi sebagai anoda dihubungkan dengan kutub positif power supply sedangkan platinum (katoda) dihubungkan dengan kutub negatif power supply. Proses eksfoliasi dapat berlangsung selama 3-10 menit. EG yang dihasilkan dari proses elektrokimia ini dengan posisi yang melayang di permukaan gelas kemudian diambil. Serbuk EG tersebut disaring dengan kertas filter Whiteman menggunakan pompa vakum. Masing-masing massa pensil 2B dan EG ditimbang untuk menghitung hasil (*yield*). Selain itu juga dilakukan karakterisasi morfologi menggunakan mikroskop digital dengan perbesaran 4x.



GAMBAR 1. Pembuatan EG menggunakan metode elektrokimia

HASIL DAN PEMBAHASAN

EG yang diperoleh dari variasi konsentrasi ditunjukkan pada GAMBAR 2. Hasil EG yang optimal untuk elektrolit K_2SO_4 , $(NH_4)_2SO_4$, dan Na_2SO_4 adalah pada sampel dengan beda potensial sebesar 15 V, 10 V dan 20V. Pemilihan hasil yang optimal didasarkan pada banyaknya jumlah EG yang melayang di permukaan gelas. Selanjutnya tegangan optimal tersebut digunakan untuk mencari konsentrasi yang optimal. Berdasarkan nilai optimal dari masing-masing elektrolit tersebut, terlihat bahwa $(NH_4)_2SO_4$ lebih mudah tereksfoliasi dibandingkan dengan K_2SO_4 dan Na_2SO_4 . Hal ini menunjukkan bahwa $(NH_4)_2SO_4$ lebih mudah mengoksidasi permukaan grafit dibandingkan elektrolit lainnya.



GAMBAR 2. Hasil EG dengan variasi beda potensial

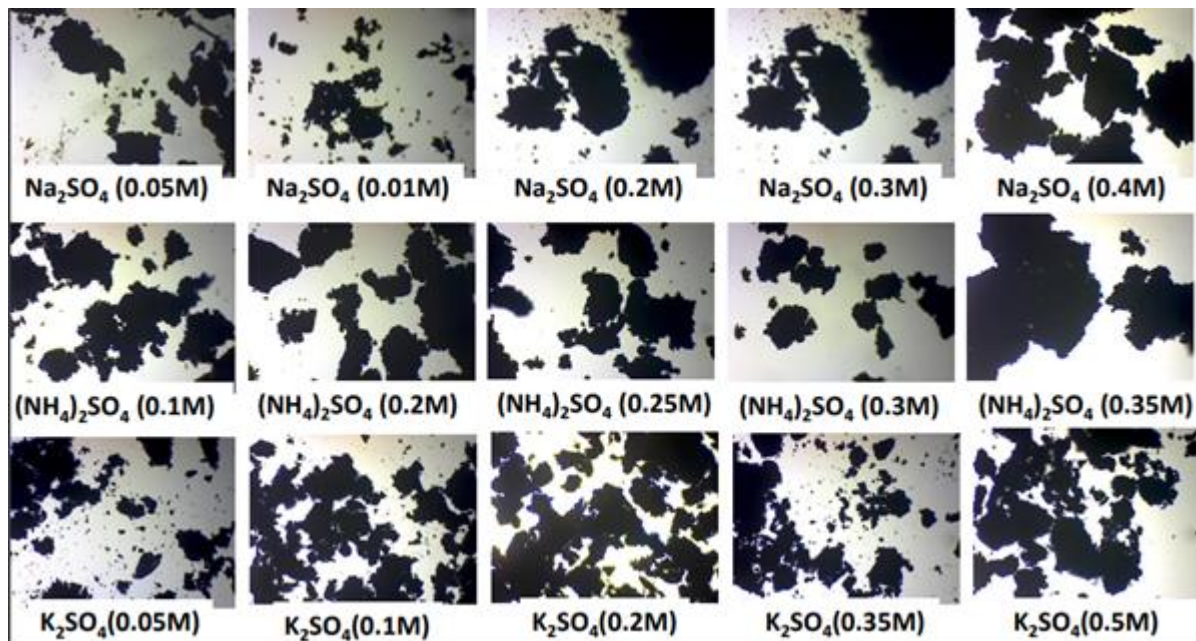
EG yang diperoleh berdasarkan variasi konsentrasi diberikan pada TABEL 1. EG yang dihasilkan dari elektrolit K_2SO_4 , $(NH_4)_2SO_4$ dan Na_2SO_4 pada konsentrasi 0,2 M, 0,3 M dan 0,3 M yaitu sebanyak 0,114 g, 1,600 g dan 1,320 g. Adapun hasil (*yield*) masing-masing sebanyak 15,12%, 29,14% dan

6,81%. Dari ketiga hasil tersebut terlihat bahwa elektrolit $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ memiliki kemampuan yang baik dalam proses ekfoliasi dibandingkan dengan K_2SO_4 dan Na_2SO_4 . Hal ini kemungkinan disebabkan oleh ukuran atom H yang lebih ringan dibandingkan dengan K dan Na. Ukuran atom H yang lebih ringan ini memudahkan interkalasi atom ke dalam lapisan grafit.

TABEL 1. Hasil EG dengan variasi konsentrasi elektrolit

Larutan Elektrolit	Konsentrasi (M)	Beda potensial (V)	Yield (%)
Na_2SO_4	0,05	20	3,48
Na_2SO_4	0,1	20	6,07
Na_2SO_4	0,2	20	6,81
Na_2SO_4	0,3	20	2,40
Na_2SO_4	0,4	20	1,80
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,1	10	0,86
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,2	10	2,11
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,25	10	1,82
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,3	10	29,14
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,35	10	1,02
K_2SO_4	0,05	15	12,75
K_2SO_4	0,1	15	2,00
K_2SO_4	0,2	15	15,12
K_2SO_4	0,35	15	1,46
K_2SO_4	0,5	15	1,09

Morfologi serbuk EG yang dihasilkan dapat dilihat pada GAMBAR 3. Pada dasarnya sulit membedakan partikel grafit karena keterbatasan resolusi mikroskop dan agglomerasi antar serbuk grafit. Namun demikian, dapat terlihat beberapa serpihan grafit yang terpisah (yang ditandai dengan lingkaran merah) menunjukkan berkurangnya aglomerasi. Aglomerasi partikel grafit terlihat salah satunya pada gambar yang diberi panah berwarna merah. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan karakterisasi morfologi yang lebih tajam menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM).



GAMBAR 3 Karakterisasi morfologi EG menggunakan mikroskop digital

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan untuk mengetahui penghasilan grafit tereksfoliasi menggunakan metode elektrokimia dengan bantuan tiga variasi senyawa kimia, yaitu K_2SO_4 , Na_2SO_4 ,

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Dari ketiga variasi tersebut didapatkan beda potensial optimal yaitu sebesar 15 V, 10 V dan 20 V. Adapun konsentrasi elektrolit yang optimal untuk menghasilkan jumlah EG yang maksimal adalah 0,2 M, 0,3 M dan 0,3 M masing-masing untuk elektrolit K_2SO_4 , Na_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. berdasarkan percobaan dari elektrolit K_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan Na_4SO_4 yield masing-masing konsentrasi optimal sebanyak 15,12%, 29,14% dan 6,81%. Berdasarkan hasil optimasi beda potensial dan konsentrasi elektrolit diperoleh bahwa $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dapat menghasilkan eksfoliasi yang optimal. Pembuatan EG dengan metoda elektrokimia menggunakan elektrolit $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ini cukup potensial untuk dikembangkan lebih lanjut.

REFERENSI

- [1] G. Maurizio, A. Silvia, V. R. Cipolletti, "Hybrid filler systems in rubber nanocomposites," in *Progress in Rubber Nanocomposites*, Elsevier, pp. 349-414, 2017.
- [2] D. D. L. Chung, "Exfoliation of Graphite," in *Thermal Expansion 7*, Springer New York, New York, pp. 37-44, 1982.
- [3] K. Parvez *et al.*, "Exfoliation of Graphite into Graphene in Aqueous Solutions of Inorganic Salts," *Journal of the American Chemical Society*, vol. 136, no. 16, pp. 6083-6091, 2014.
- [4] D. D. L. Chung, "A review of exfoliated graphite," *Journal of Materials Science*, vol. 51, no. 1, pp. 554-568, 2016.
- [5] M. Xiao *et al.*, "Synthesis and properties of polystyrene/graphite nanocomposites," in *Polymer*, Elsevier, vol. 43, no. 8, pp. 2245-2248, 2002.

