

Sintesis dan Karakterisasi Fotoluminisens Carbon Dots Berbahan Dasar Organik dan Limbah Organik

Siti Fatimah^a, Isnaeni^b, Dahlang Tahir^{a*}

^aProdi Fisika, FMIPA Universitas Hasanuddin, Jalan perintis Kemerdekaan Km. 10, Tamalanrea, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

^bPusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jalan Kawasan Puspittek No. 441-442, Setu, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia

*Email : dtahir@fmipa.unhas.ac.id

Abstrak

Bahan dan limbah organik telah disintesis menjadi CDs dengan metode *green synthesis* berbasis *microwave assisted*. Bahan organik yang digunakan berupa sawi, kentang, biji jagung dan limbah organik berupa kulit jagung dan tongkol jagung. Sampel CDs selanjutnya dianalisis dengan menggunakan karakterisasi fotoluminisens (PL) untuk mengetahui sifat optik berupa intensitas pendaran dan energi gap yang dimiliki dari masing-masing bahan dasar sintesis CDs. Hasil karakterisasi PL dari CDs berbahan dasar limbah dan bahan organik menunjukkan panjang gelombang yang relatif sama yaitu 500 nm. Perbedaan CDs bahan dan limbah organik yaitu pada intensitas pendaran CDs. CDs dari biji jagung memiliki intensitas pendaran yang tinggi dibandingkan CDs yang berasal dari bahan organik lainya yaitu 42 a.u.. Sedangkan limbah jagung memiliki panjang gelombang dan intensitas yang relatif sama yaitu pada 500 nm dengan intensitas 10 a.u.. Hasil analisis PL CDs dari bahan dan limbah organik didapatkan besar energi gap yang sama yaitu 2,46 eV, dimana berada pada rentang energi gap CDs. Hasil karakterisasi PL CDs diatas menunjukkan bahwa bahan dan limbah organik dapat disintesis menjadi CDs dengan efektif, efisien, ekonomis dan ramah lingkungan.

Kata Kunci : *Carbon dots, fotoluminisens, panjang gelombang, intensitas, energi gap.*

1. Latar Belakang

Pencarian nanomaterial berpendar telah menjadi tantangan dalam dunia sains. Saat ini, telah ditemukan jenis karbon dengan sifat berpendar yang termasuk dalam carbon nanopartikel telah menarik perhatian beberapa peneliti yaitu *carbon nanodots* (CDs). CDs adalah jenis karbon yang termasuk dalam material berpendar dengan stabilitas kimia dan biokompatibilitas [1]. Bahan karbon yang berstruktur nano ini memiliki emisi yang efisien dalam rentang cahaya tampak yang menunjukkan pengembangan penghasil emisi karbon yang baik [2]. Emisi CDs berasal dari electron yang mengalami perpindahan dari single state ke keadaan dasar berupa foton yang menyebabkan terjadinya pendaran pada CDs [3].

Salah satu parameter yang tepat untuk mengungkapkan sifat dari CDs melalui pendaran yaitu karakterisasi Fotoluminisens (PL). Spektrum PL yang bergantung kepadatan photoeksitasi electron bahan yang mengindikasikan sifat permukaan bahan sehingga sifat dari material bisa dideteksi dengan rinci [4]. Selain itu, spectrum PL menyediakan energi transisi yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat energi elektronik berupa energi gap [5]. Energi transisi pada spectrum photoluminescence (PL) ditunjukkan melalui puncak spectrum yang berupa panjang

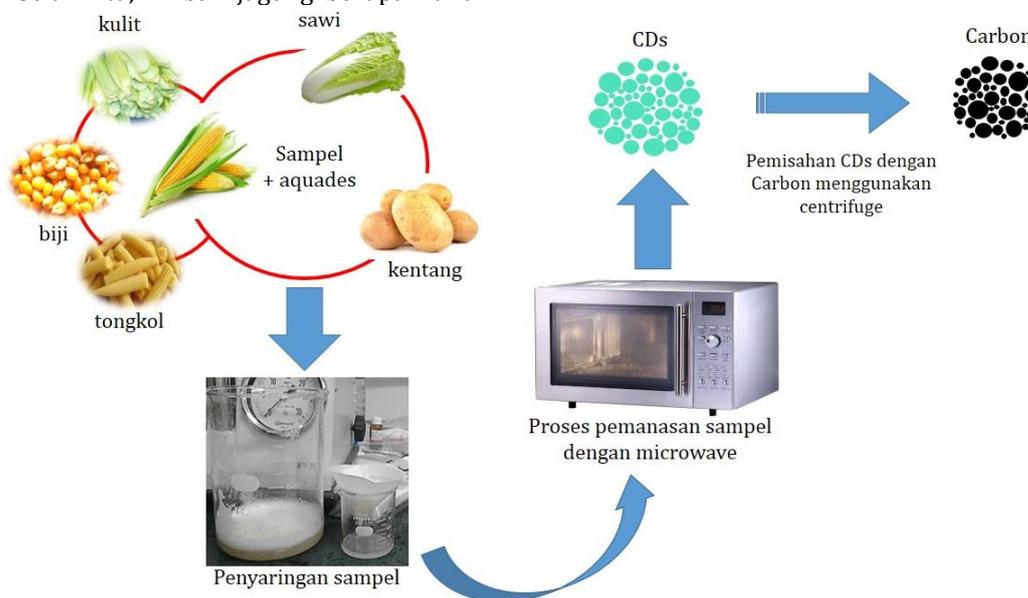
gelombang emisi. Berdasarkan Gregory [12] menunjukkan bahwa band gap dapat ditentukan melalui puncak PL.

Beberapa penelitian telah melakukan menyelidiki sifat optik CDs dengan karakterisasi PL dengan berbagai sumber carbon CDs, baik kimia maupun bahan alam, dengan berbagai metode [3,6-9]. Namun saat ini, sintesis CDs dari bahan alam tanpa penambahan bahan kimia (*green synthesis*) berusaha dikembangkan oleh beberapa peneliti [7-9]. Selain itu kombinasi teknik *green synthesis* dengan metode pemanasan berbasis *microwave* sangat tepat dalam sintesis CDs. Selain ekonomis, ramah lingkungan, efektif dan efisien, pendaran CDs dari bahan alam dengan teknik *green synthesis* berbasis pemanasan *microwave* lebih kuat dan memiliki warna yang bermacam-macam (*multicolor luminescence*) [9-10]

Hal tersebut mendasari kami untuk menyelidiki sifat CDs yang disintesis dari beberapa bahan alam dengan menggunakan teknik *green synthesis* berbasis pemanasan *microwave*. Analisis sifat CDs dikhususkan pada sifat optik CDs dengan karakterisasi PL. Penelitian ini difokuskan pada bahan alam berupa jenis daun-daunan (sawi), umbi-umbian (kentang) dan biji-bijian (jagung) serta limbah dari jagung berupa tongkol dan kulit jagung.

2. Metodologi

Bahan. Bahan dasar sintesis CDs berasal dari tumbuh-tumbuhan berupa jenis daun-daunan yaitu sawi, jenis umbi-umbian yaitu kentang, dan jenis biji-bijian yaitu biji jagung. Selain itu, limbah jagung berupa kulit jagung dan tongkol juga diolah sebagai bahan dasar pembuatan CDs. Bahan-bahan diambil dari pasar lokal Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. Aquades digunakan sebagai pelarut non-kimia dalam metode green synthesis.



Gambar 1. Skema sintesis CDs dari bahan alam

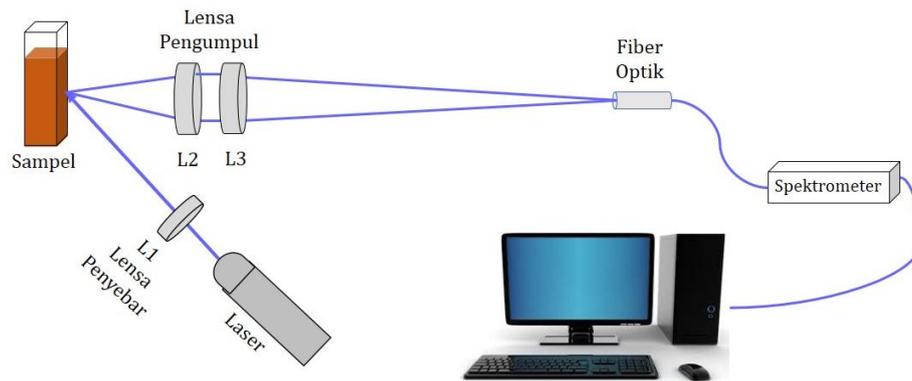
Metode Green Synthesis Berbasis Microwave Assisted. Proses sintesis CDs dari bahan dan limbah organik ditunjukkan oleh Gambar 1.

Proses pengolahan masing-masing bahan dipisah. Bahan diambil sebanyak 20 gram untuk dihancurkan dengan 140 ml aquades hingga menjadi larutan. Hasil penghancuran selanjutnya disaring untuk memisahkan ampas sampel. Hasil saringan sampel diambil sebanyak 20 ml untuk proses pemanasan menjadi carbon dalam microwave 700 watt pada level medium micro selama 2 x 5 menit dan akan menghasilkan kerak pada dasar gelas beker. Kerak larutan dari kedua limbah tersebut di didinginkan dalam suhu ruang selama sejam. Selanjutnya kerak diencerkan dengan memasukkan 20 mL aquades ke dalam gelas beker dan diaduk pelan hingga semua kerak

dan tongkol juga diolah sebagai bahan dasar pembuatan CDs. Bahan-bahan diambil dari pasar lokal Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. Aquades digunakan sebagai pelarut non-kimia dalam metode green synthesis.

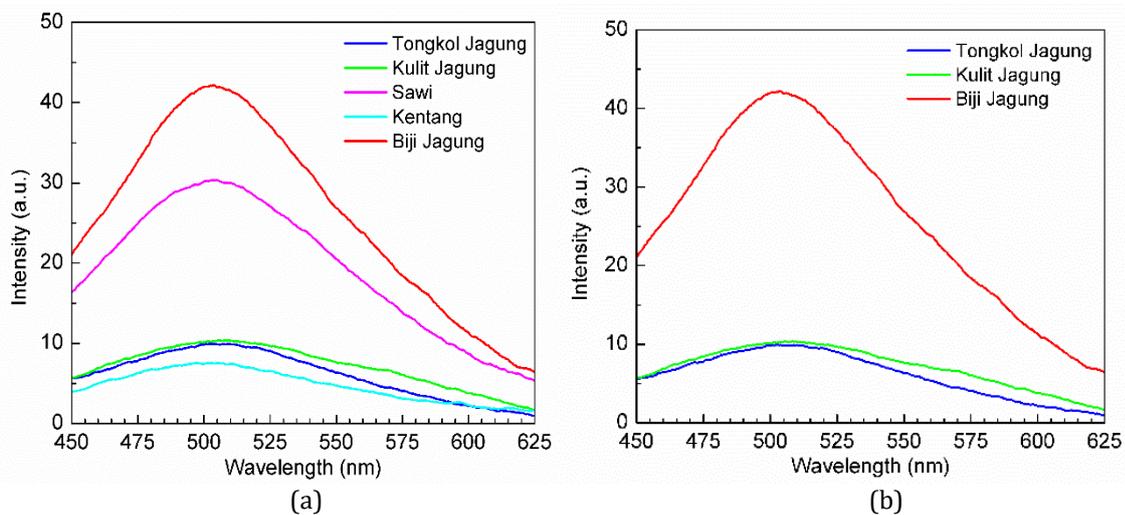
larut ke dalam aquades. Cairan dari hasil pelarutan kerak dimasukkan ke dalam botol kecil untuk di *centrifuge* selama 30 menit untuk pemisahan CDs dengan endapan (carbon).

Karakterisasi. Hasil sintesis CDs dari masing-masing bahan alam menggunakan metode *green synthesis* berbasis *microwave assisted* akan dikarakterisasi menggunakan PL dengan setup seperti Gambar 2. Rangkaian alat PL terdiri dari Laser Pico Model LDH-D-C-420 dengan panjang gelombang 400-700 nm, 3 lensa objektif, fiber optik, spectrometer MAYA 2000 PRO *Ocean Optics*, komputer untuk merekam data hasil PL dan kuvet sebagai tempat sampel CDs. Masing-masing CDs diambil sebanyak 2 ml dengan konsentrasi larutan sampel yang sama untuk selanjutnya dilakukan pengujian PL.



Gambar 2. Set up alat photoluminescence

3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 3. (a) Grafik PL CDs bahan dan limbah organik, (b)Grafik PL CDs bagian-bagian jagung, (c) Pendaran sampel saat dieksitasi laser biru

Gambar 3a menunjukkan hasil PL pada puncak panjang gelombang 504 nm dengan intensitas 42 a.u. untuk sampel biji jagung, 505 nm dengan intensitas 30 a.u untuk sawi, 506 nm dengan intensitas 10 a.u untuk kulit jagung, 503 nm dengan intensitas 10 a.u untuk tongkol

jagung, dan 505 nm dengan intensitas 8 a.u. untuk kentang. Panjang gelombang emisi hasil photoluminescence dari semua sampel menunjukkan puncak yang sama disekitar 500 nm. Hasil yang sama juga dilaporkan dari

penelitian sebelumnya dengan mensintesis CDs dari bahan organik berupa tepung [8].

Perbedaan dari kelima sampel terletak dari besarnya intensitas CDs yang dihasilkan dari metode dan komposisi bahan serta konsentrasi yang sama. Intensitas tertinggi berasal dari sampel CDs berbahan dasar biji jagung. Dari Gambar 3b menunjukkan bahwa bagian-bagian jagung memiliki intensitas pendaran yang berbeda. Biji jagung memiliki intensitas yang jauh lebih besar dibandingkan kulit jagung dan tongkol jagung yang hampir sama yaitu sekitar 10 a.u.. Dibandingkan dengan bahan organik lainnya berupa sawi dan kentang, sawi memiliki intensitas yang lebih tinggi dibandingkan kulit dan tongkol jagung dan kentang memiliki intensitas yang lebih rendah dari keduanya.

Kami menduga bahwa perbedaan intensitas pendaran sampel CDs disebabkan oleh kerapatan molekul dan kandungan penyusunannya. Hal ini seperti yang dikemukakan Hui [13] bahwa intensitas pendaran sampel sangat bergantung pada kepadatan molekul penyusun CDs.

Selain untuk menentukan panjang gelombang dan intensitas pendaran CDs, besarnya band gap CDs juga dapat ditentukan dari hasil karakterisasi PL. Dari data panjang gelombang didapatkan band gap dari masing-masing sampel yang dieksitasi laser biru pada panjang gelombang 420 nm seperti yang ditunjukkan tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hubungan panjang gelombang emisi dan energi gap sampel CDs

No.	Nama Sampel	Panjang Gelombang (nm)	Energi Gap (eV)
1	Sawi	505	2,46
2	Kentang	505	2,46
3	Biji jagung	504	2,46
4	Limbah jagung 1 (kulit)	505	2,46
5	Limbah jagung 2 (tongkol)	503	2,47

Data diatas menunjukkan rentang energi gap CDs yang sama seperti yang telah didapatkan dari penelitian sebelumnya yaitu 1,5-3,5 eV menggunakan bahan sulfuric, magnesium, dan graphite [11].

4. Kesimpulan

Sintesis CDs dari bahan organik telah berhasil dilakukan dengan metode *green synthesis* berbasis *microwave assisted*. Bahan organik yang digunakan yaitu sawi, kentang biji jagung dan limbah jagung (kulit dan tongkol jagung). Sintesis CDs dianalisis dengan karakterisasi photoluminens untuk mengetahui

sifat optik dan energi gap dari CDs. Hasil karakterisasi didapatkan panjang gelombang pendaran yang sama. Intensitas tertinggi dari Cds bahan organik berasal dari biji jagung dan sawi dengan energi gap berada dalam rentang energi gap CDs. Hal ini mengindikasikan CDs dapat disintesis dari bahan organik dan limbah organik yang murah dan ramah lingkungan.

Daftar Pustaka

- [1] Ben N. G. G., Stephen R. A., Mark H. E., and Roger Y. T., The Fluorescent Toolbox for Assesing Protein Location and Function, *Sci.*, 312 (5771), 217-224, 2006.
- [2] Cao L., Wang X., Meziani M. J., Lu F., Wang H., Luo P. G., Lin Y., Harruff B. A., Veca L. M., Murray D., Xie S. Y., and Sun Y. P., Carbon Dots for Multiphoton Bioimaging, *J. Am. Chem. Soc.*, 129 (37), 11318-11319, 2007.
- [3] Qi W., Xing L., Lichun Z., and Yi L., Microwave-Assisted Synthesis of Carbon Nanodots through an Eggshell Membrane and Their Fluorescence Application, *Anal.*, 137, 5392-5397, 2012.
- [4] Gfroerer, Timothy H., Photoluminescence in Analysis of Surface and Interfaces, *Encyclopedia of Analytical Chemistry*, R. A Meyers, John Wiley & Sons Ltd., pp. 9209-9231, 2000.
- [5] Fan X. M., Lian J. S., Guo Z. X., and Lu H. J., Microstructure and Photoluminescence Properties of ZnO Thin Films Grown by PLD on Si (1 1 1) Substrates, *Appl. Surf. Sci.*, 239, 176-181, 2005.
- [6] Sheila N. B., and Gary A. B., Luminescent Carbon Nanodots: Emergent Nanolights, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 49, 6726 – 6744, 2010.
- [7] Swagatika S., Birendra B., Tapas K. M., and Sasmita M., Simple One-Step Synthesis of Highly Luminescent Carbon Dots Juice: Application as Excellent Bio-Imaging Agents, *Chem. Commun.*, 48, 8835-8837, 2012.
- [8] Xiaoyun Q., Wenbo L., Abdullah M. A., Abdulrahman O. A., and Xuping S., Microwave-Assisted Rapid Green Synthesis of Photoluminescent Carbon Nanodots from Flour and Their Applications for Sensitive and Selective Detection of Mercury (II) Ions, *Sens. and Act. B Chem.*, 184, 156-162, 2013.
- [9] Fengyi D., Miaomiao Z., Xiaofeng L., Jianan L., Xinyi J., Zhang L., Ye H., Genbao S., Jie J., Qixing S., Ming Z., and Aihua G., Economical and Green Synthesis of Bagasse Derived Fluorescent Carbon Dots

- for Biomedical Applications, *Nanotech*, 25, 315702, 2014.
- [10] Changjun L., Peng Z., Feng T., Wenchen L., Fan L., and Wenguang L., One-Step Synthesis of Surface Passivated Carbon Nanodots by Microwave Assisted Pyrolysis for Enhanced Multicolor Photoluminescence and Bioimaging, *J. Mater. Chem.*, 21, 13163-13167, 2011.
- [11] Haitao L., Zhenhui K., Yang L., and Shuit T. L., Carbon Nanodots: Synthesis, Properties and Applications, *J. Mater. Chem.*, 22, 24230-24253, 2012.
- [12] Gregory M. K., Astrid M. M., Nathan S. L., and Harry A. A., Photoluminescence-based measurements of the energy gap and diffusion length of Zn₃P₂, *App. Phy. Let.* 95, 112103, 2009.
- [13] Hui D., Shang B. Y., Wei J. S., and Huan M. X., Full-Color Light-Emitting Carbon Dots with a Surface-State-Controlled Luminescence Mechanism, *ACS Nano.*, 10, 484-491, 2016.