

KARAKTERISASI CARBON NANODOTS BERBAHAN DASAR LIMBAH IKAN TONGKOL

*Elisabeth Pratidhina**, *Michael Jurdan**, *Pearl Abigail Ermanto*, *Johan Prabowo*,
Johannes Benedictus Vidi Atmanjaya, *Maria Margareta Meylinda Bhoki*

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Indonesia

*Corresponding author: *elisa.founda@ukwms.ac.id*, *physics.michael.j.18@ukwms.ac.id*

Abstrak

Carbon nanodots (CDs) adalah nanomaterial yang memiliki karakteristik dapat memancarkan cahaya setelah menyerap cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda. Carbon nanodots (CDs) juga dikenal memiliki sifat optik yang baik, mudah larut dalam air, stabil, memiliki toksisitas rendah, dan dapat disintesis dengan metode sederhana. Carbon nanodots (CDs) dapat dibuat dari limbah biomassa seperti limbah ikan tongkol. Penelitian ini dilakukan untuk melakukan karakterisasi carbon nanodots dari limbah ikan tongkol. Karakterisasi carbon nanodots (CDs) secara berturut-turut dilakukan dengan penjemuran tulang ikan selama 8 hari, pengovenan pada suhu 200°C selama 1 jam, penghancuran dengan grinder, dan pengovenan kembali pada suhu 250°C dengan lama waktu pengovenan 2 jam, 3 jam, dan 4 jam. Penyiapan sampel dilakukan dengan mencampurkan masing-masing 1 gram bubuk hasil pengovenan dengan akuades 50 mL. Campuran kemudian secara berturut-turut diaduk selama 30 menit, didiamkan selama 30 menit, di centrifuge, dan disaring. Sampel kemudian dikarakteristik dengan analisis UV-Vis dan PL untuk menganalisis sifat-sifat optis. Analisis FTIR juga dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi. Berdasarkan analisis UV-Vis, semua variasi sampel menunjukkan panjang gelombang puncak absorpsi sekitar 265 nm. Berdasarkan analisis PL, sampel menunjukkan intensitas maksimum pada panjang gelombang antara 470-500 nm, sehingga carbon nanodots mengemisikan cahaya berwarna biru ketika disinari dengan senter UV. Gugus fungsi yang tampak dari analisis FTIR adalah C=C, C≡C, O-H, dan C=O=C.

Kata kunci: *Carbon nanodots (CDs); limbah ikan tongkol; UV-Vis; PL; FTIR.*

Abstract

*Carbon nanodots (CDs) are nanomaterials that have the characteristics of being able to emit light after absorbing light with different wavelengths. Carbon nanodots (CDs) are also known to have good optical properties, are easily soluble in water, are stable, have low toxicity, and can be synthesized by simple methods. Carbon nanodots (CDs) can be made from biomass waste such as tongkol (*Euthynnus affinis*) waste. This research was conducted to characterize carbon nanodots from tongkol (*Euthynnus affinis*) waste. The characterization process are drying the fish bones for 8 days, placing in the oven at 200°C for 1 hour, crushing with a grinder, and placing again in the oven at 250°C for 2 hours, 3 hours, and 4 hours. The sample preparation are mixing 1 gram of each powder with 50 mL aquades, stirring up the mixture for 30 minutes, standing it for 30 minutes, centrifuging, and filtering. The samples were characterized by UV-Vis and PL analysis to analyze their optical characteristics. FTIR analysis also carried out to identify the functional groups. Based on the UV-Vis analyzes, all the different samples showed the peak absorption wavelength around 265 nm. Based on the PL analyzes, the wavelength maximum intensity is between 470 and 500 nm and emitted blue light when irradiated with a UV flashlight. The functional groups shown from FTIR are C=C, C≡C, O-H, and C=O=C.*

Keywords: *Carbon nanodots (CDs); tongkol (*Euthynnus affinis*) fish waste; UV-Vis; PL; FTIR.*

PENDAHULUAN

Konsumsi bahan makanan menghasilkan limbah biomassa yang sering kali tidak dimanfaatkan. Salah satu limbah yang mudah

ditemukan adalah limbah ikan tongkol (*Euthynnus affinis*). Pada ikan tongkol bagian yang dapat dikonsumsi hanya berkisar 45-50%

[1]. Di Indonesia, secara umum ikan tongkol hanya diolah pada bagian dagingnya saja. Pemanfaatan bagian ikan tongkol lainnya masih jarang dilakukan oleh masyarakat Indonesia. Limbah ikan tongkol yang berupa kepala, tulang, jeroan dan kulit jumlahnya mencapai 50-70% [2]. Limbah ikan tongkol ini berpotensi memiliki kandungan lemak, protein, dan karbohidrat yang merupakan sumber *carbon*. Limbah biomassa memiliki potensi jika dikelola dengan baik. Beberapa usaha meneliti pemanfaatan limbah biomassa sebagai material maju telah dilakukan, salah satunya adalah sebagai bahan utama sintesis material *carbon nanodots*.

Carbon nanodots, yang merupakan *nanomaterial* berbahan dasar *carbon* yang menarik perhatian karena beberapa sifat optiknya yang kuat dan dapat diatur. *Carbon nanodots* memiliki karakteristik dapat memancarkan cahaya setelah menyerap cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda. Karakteristik ini disebut sebagai fotoluminesensi atau *photoluminescence* (PL). Selain sifat optik yang baik, *carbon nanodots* juga dikenal mudah larut dalam air, stabil, memiliki toksisitas rendah, dan dapat disintesis dengan metode sederhana. Keunggulan *carbon nanodots* tersebut memungkinkan aplikasi sebagai *bioimaging*, *photocatalist*, *light emitting devices*, dan *biosensing*[3].

Proses sintesis *carbon nanodots* tergolong mudah dan murah untuk dilakukan. Bahan utama *carbon* (C) yang digunakan dalam proses sintesis juga dapat menggunakan biomassa yang mudah diperoleh di sekitar kita. Beberapa bahan yang telah berhasil disintesis menjadi *carbon nanodots* adalah *Aloe vera*, tebu, paprika, tomat, dan sebagainya [4].

Salah satu sifat istimewa *carbon nanodots* adalah sifat optis dimana *carbon nanodots* dapat berfluoresens dengan memancarkan warna tertentu. Sifat ini membuat *carbon nanodots* menjadi material yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sensor logam maupun bahan kimia lainnya. Interaksi antara *carbon nanodots* dengan bahan kimia tertentu dapat mempengaruhi intensitas dan spektrum *photoluminescence* (PL).

Pada penelitian ini, tim hendak memanfaatkan limbah ikan tongkol sebagai bahan utama pembuatan *carbon nanodots*.

METODE

Materi dan Bahan

Bahan utama dari *carbonnanodots* yang digunakan yaitu tulang ikan tongkol.

Bahan lain yang dibutuhkan dalam penelitian ini ialah aquades yang berfungsi untuk membuat sampel. Alat-alat kimia yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *beaker glass pyrex* 250 mL, cawan poselen 75 cm, *erlenmeyer pyrex* 250 mL, corong kaca, kertas saring, gelas ukur *pyrex* 10 mL, dan oven dengan tipe Kirin Oven KBO 160 yang digunakan untuk mengoven tulang ikan tongkol.

Sintesis Carbon Nanodots

Carbon nanodots (CDs) dibuat dengan menjemur tulang (duri) ikan tongkol di bawah sinar matahari selama 8 hari. Tulang ikan tongkol yang telah dijemur kemudian dioven dengan suhu 200⁰ C selama 1 jam hingga tulang ikan tongkol tersebut berubah menjadi arang. Arang tersebut kemudian dihancurkan dengan menggunakan grinder hingga menjadi bubuk. Bubuk tersebut kemudian dioven 250⁰C. Waktu pengovenan divariasi yaitu 2 jam, 3 jam, dan 4 jam.

Penyiapan sampel dilakukan dengan mengambil masing-masing 1 gram dari bubuk hasil pemanasan CDs yang telah divariasi tersebut. Bubuk hasil pemanasan CDs tersebut dicampurkan ke dalam akuades 50 mL. Campuran tersebut kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit dan didiamkan selama 30 menit. Setelah didiamkan, campuran tersebut kemudian di *centrifuge* dengan kecepatan 4900 rpm selama 5 menit dan disaring untuk mendapatkan larutan *carbon nanodots* yang siap untuk dikarakterisasi.

Gambar 1. Proses tahapan sintesis *carbonnanodots*



Karakterisasi

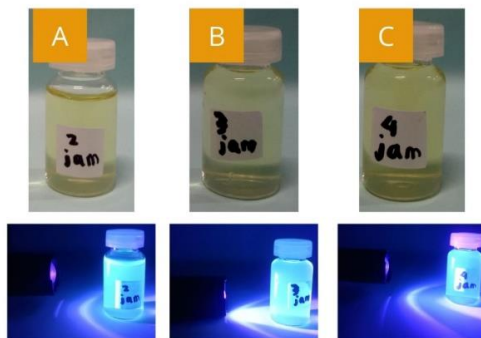
Analisis karakteristik sifat-sifat optis pada sampel *carbon nanodots* (CDs) yang dibuat dilakukan dengan menggunakan analisis UV-Vis dan analisis *photoluminescence* (PL). Selain itu dilakukan juga analisis Spektrum *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*

(FTIR) untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang ada pada sampel.

Analisis UV-Vis dilakukan dengan menggunakan UV-Vis NIR Spectrophotometer UV-3600 Plus, Japan yang terdapat di laboratorium Universitas Negeri Yogyakarta (UNY). Analisis spektrum Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) direkam dengan Nicolet Avatar 360 IR yang terdapat di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia (UII). Analisis PL dilakukan di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).

HASIL DAN PEMBAHASAN

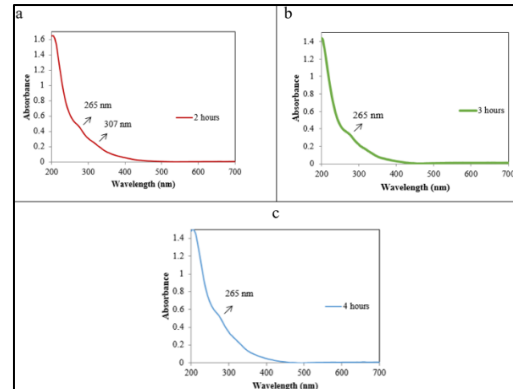
Pada penelitian ini, telah dihasilkan sampel *carbon nanodots* yang disintesis dari bahan dasar limbah tulang ikan tongkol. Terdapat tiga variasi sampel yaitu sampel yang diperoleh dengan pengovenan selama 2, 3, dan 4 jam. Gambar 2 bagian atas menunjukkan penampakan sampel di bawah cahaya ambien, sedangkan bagian bawah menunjukkan penampakan sampel ketika disinari dengan senter UV.



Gambar 2. Penampakan sampel *carbon nanodots* dengan variasi pengovenan (a) 2 jam (b) 3 jam (c) 4 jam

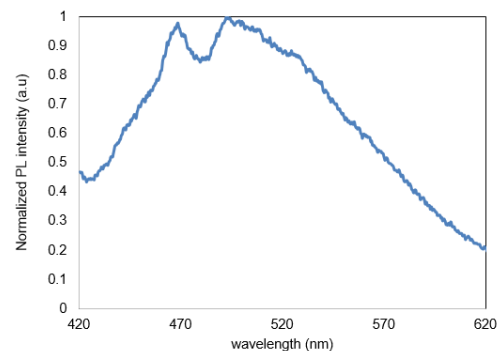
Sifat optis dari sampel diuji dengan menggunakan analisis UV-Vis dan PL. Spektrum absorpsi UV-Vis dari 3 sampel *carbonnanodots* yang berhasil disintesis dengan variasi pengovenan 2 jam, 3 jam, dan 4 jam dapat dilihat pada Gambar 3. Ketiga sampel menunjukkan spektrum yang mirip dengan puncak absorpsi yang samar pada panjang gelombang 264-265 nm. Berdasarkan penelitian sebelumnya, panjang gelombang yang muncul pada spektrum absorpsi carbon dots yang disintesis dari limbah biomassa adalah 250-270 nm [5,6,7]. Puncak absorpsi tersebut kemungkinan disebabkan dari transisi elektron antara keadaan $\pi - \pi^*$ dari ikatan C=C

yang berada pada inti *carbon nanodots*. Puncak absorpsi lain, yaitu pada panjang gelombang 307 nm, tampak pada sampel dengan durasi pengovenan 2 jam. Puncak absorpsi ini bisa jadi muncul dari kulit (*surface*) *carbon nanodots*.

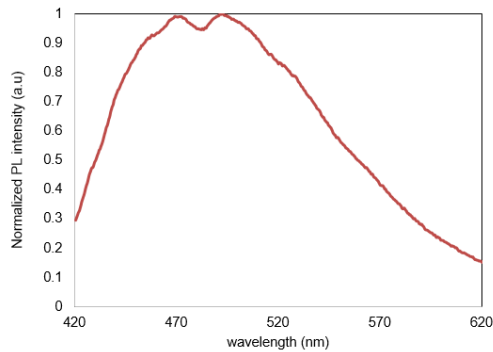


Gambar 3. Spektrum absorpsi yang dihasilkan UV-Vis pada sampel *carbonnanodots* yang disintesis dengan variasi pengovenan (a) 2 jam, (b) 3 jam, (c) 4 jam

Gambar 4 menunjukkan spektrum PL yang dihasilkan ketika sampel dengan variasi pengovenan 4 jam dieksitasi dengan panjang gelombang 405 nm. Terlihat bahwa intensitas PL maksimal untuk panjang gelombang berkisar antara 470-500 nm. Hasil serupa juga diperoleh untuk *carbon nanodots* yang disintesis dengan variasi pengovenan 2 jam (lihat Gambar 5). Panjang gelombang tersebut merupakan panjang gelombang warna biru. Hal ini sesuai dengan warna yang dipancarkan *carbon nanodots* ketika disinari dengan sinar UV.

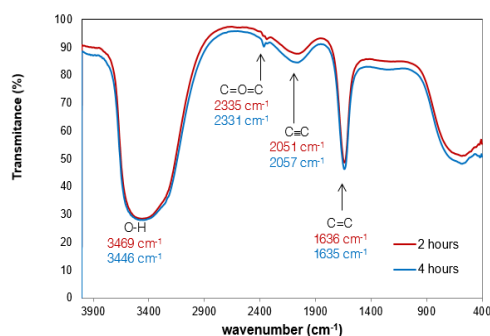


Gambar 4. Intensitas PL ternormalisasi dari sampel *carbon nanodots* yang disintesis dengan variasi pengovenan 4 jam. Panjang gelombang eksitasi yang dipakai adalah 405 nm



Gambar 5. Intensitas PL ternormalisasi dari sampel *carbon nanodots* yang disintesis dengan variasi pengovenan 2 jam

Gambar 6 menunjukkan hasil analisis FTIR pada sampel *carbonnanodots* yang diperoleh dari proses pengovenan selama 2 dan 4 jam. Kedua sampel memiliki pita absorpsi yang mirip. Untuk sampel yang diperoleh dari proses pengovenan selama 2 jam, pita absorpsi terlihat pada bilangan gelombang 3469, 2335, 2051, dan 1636 cm^{-1} yang masing-masing berkorespondensi dengan gugus fungsi O-H, C=O=C, C \equiv C, dan C=C. Sedangkan untuk sampel yang diperoleh dari pengovenan 4 jam memperlihatkan pita absorpsi pada bilangan gelombang 3446, 2331, 2057, dan 1635 cm^{-1} , yang masing-masing berkorespondensi dengan gugus fungsi O-H, C=O=C, C \equiv C, dan C=C.



Gambar 6. Analisis FTIR pada sampel *carbonnanodots*

Analisis FTIR pada pada sampel dengan pengovenan 2 jam dan 4 jam menunjukkan bahwa dalam sampel yang diuji telah terdapat ikatan karbon pada inti *carbon nanodots*. Data FTIR tersebut menunjukkan di bagian *surfacecarbon nanodots* tampak gugus fungsi yang mengandung oksigen (*carbonyl* dan *hydroxyl*). Adapun ikatan O-H dapat muncul dikarenakan masuknya atom oksigen dan

hidrogen dikarenakan pembakaran terbuka saat pembuatan sampel.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, *carbon nanodots* telah berhasil disintesis dengan menggunakan bahan dasar limbah tulang ikan tongkol. Semua variasi sampel menunjukkan puncak absorpsi UV-Vis pada panjang gelombang sekitar 265 nm. Berdasarkan analisis PL, sampel *carbon nanodots* dengan variasi pengovenan 2 dan 4 jam menunjukkan intensitas maksimum pada panjang gelombang di antara 470 hingga 500 nm, sehingga *carbon nanodots* dapat mengemisikan cahaya berwarna biru ketika disinari dengan senter UV. Gugus fungsi yang tampak dari analisis FTIR sampel *carbon nanodots* adalah C=C, C \equiv C, O-H, dan C=O=C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ini kami sampaikan kepada berbagai pihak yang telah membantu kami menyelesaikan penelitian ini, yaitu:

Kemenristekdikti yang telah mendanai penelitian ini sebagai sarana pengembangan diri mahasiswa.

- Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya atas bantuannya dalam penyediaan tempat dalam melakukan penelitian ini.
- Universitas Negeri Yogyakarta atas bantuannya dalam analisa sampel yang telah dibuat.
- Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia atas bantuannya dalam analisa sampel.
- Penelitian ini juga didukung oleh fasilitas riset, dan dukungan ilmiah serta teknis dari Laboratorium Karakterisasi Lanjut Serpong di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Pianusa. AF. 2015. Kajian perubahan mutu kesegaran ikan tongkol (*Euthynnus Affinis*) yang direndam dalam ekstrak rumput laut (*Eucheuma spinosum*) dan ekstrak buah bakau (*Sonneratia alba*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Manado (ID).UNSRAT.
- 2 Kittiphattanabawon P, Benjakul S, Vissesanguan W, Nagai T, Tanaka M.

2005. Characterisation of acid soluble collagen from skin and bone of bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). *Food Chemistry*. 89:363-372.
- 3 Atchudan, R., Thomas N., Jebakumar I., Suguna P., and Yong R. L. 2018. Indian Gooseberry-Derived Tunable Fluorescent Carbon Dots as a Promise for In Vitro / In Vivo Multicolor Bioimaging and Fluorescent Ink. *ACS Omega*. 3(17):590–601.
- 4 Rashmita, D., Rajib, B., Panchanan, P. 2018. Carbon quantum dots from natural resource: A Review. *Materials Today Chemistry*. 8:96-109.
- 5 Ahn, J., et.al. 2019. Food waste-driven N-doped carbon dots: Applications for Fe³⁺ sensing and cell imaging. *Materials Science and Engineering: C*, 102, 106-112.
- 6 Dwandaru, W. S. B., & Sari, E. K. 2020. Chicken Bone Wastes as Precursor for C-dots in Olive Oil. *Journal of Physical Science*, 31(2), 113-131.
- 7 Nurohman, Y., Pratidhina, E., Sari, E. K., & Dwandaru, W. S. B. 2021. Carbon Dots Synthesized from Tofu Pulp for Liquid Tofu Waste Photo-degradation. *Indonesian Review of Physics (IRiP)*, 4(1), 8-13.