

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI WARNA PENDARAN CARBON NANODOTS
BERBAHAN DASAR LIMBAH BIHUN DENGAN CIE 1931*****SYNTHETIZATION AND CHARACTERIZATION LUMINESCENCE COLOR OF
CARBON NANODOTS MADE OF VERMICELLI WASTE WITH CIE 1931***

Raden Wisnu Murti Sulaindra*, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia
Wipisar Sunu Brams Dwandaru, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*email: radenwisnu.2017@student.uny.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk (1) melakukan karakterisasi carbon nanodots (C-dots) berbahan dasar limbah bihun yang disintesis dengan metode oven dan microwave dan (2) mengetahui pengaruh massa C-dots terhadap hasil warna yang dipancarkan oleh C-dots berbahan dasar limbah bihun. Penelitian ini dimulai dengan mengeringkan limbah bihun. Selanjutnya, dilakukan metode pemanasan menggunakan oven dan microwave. Sampel C-dots yang diperoleh dilarutkan ke dalam akuades 10 mL dengan variasi massa C-dots (dalam g): 0,003, 0,010, 0,015, 0,020, dan 0,025. Sampel C-dots kemudian dikarakterisasi menggunakan spektroskopi *ultraviolet-visible* (UV-Vis) agar dapat diketahui puncak absorbansinya dan dikarakterisasi menggunakan *X-ray diffraction* (XRD) untuk diketahui fasa yang terbentuk dalam sampel. Selanjutnya, sampel C-dots disinari dengan laser UV agar dapat diketahui pendarannya. Hasil pendaran tersebut ditangkap dengan kamera. Gambar pendaran yang diperoleh kemudian dianalisa data RGB-nya dan dikonversikan menjadi data xy. Hasil data xy kemudian ditempatkan ke dalam grafik CIE 1931. Pengujian UV-Vis pada sampel menunjukkan puncak absorbansi pada rentang panjang gelombang 200 nm – 300 nm yang mengindikasikan adanya *core* C-dots. Hasil dari karakterisasi XRD menunjukkan fasa karbon serbuk C-dots berupa *amorf*. Pendaran larutan C-dots menghasilkan warna *cyan*. Semakin banyak massa C-dots yang dilarutkan menghasilkan pendaran yang semakin pendek dan warna yang menyebar. Pendaran paling panjang dengan warna pendaran yang paling sempit diperoleh pada larutan dengan massa C-dots paling kecil, yaitu: 0,003 g.

Kata kunci: Warna pendaran, C-dots, CIE-1931, XRD, UV-Vis

Abstract. This study aims to (1) characterize carbon nanodots (C-dots) made from vermicelli waste synthesized by oven and microwave methods and (2) determine the effect of the mass of C-dots on the results of the colors that fluoresce by C-dots made from vermicelli waste. . This research was started by drying vermicelli waste. Furthermore, the heating method is carried out using an oven and microwave. The C-dots sample obtained was dissolved in 10 mL distilled water with various C-dots masses (in g): 0.003, 0.010, 0.015, 0.020 and 0.025. The C-dots samples were then characterized using ultraviolet-visible (UV-Vis) spectroscopy to determine the absorbance peaks and characterized using X-ray diffraction (XRD) to determine the phase formed in the sample. Next, the C-dots sample is irradiated with a UV laser to determine its luminescence. The results of the luminescence were captured with a camera. The luminescence image obtained is then analyzed for its RGB data and converted into xy data. The results of the

xy data were then placed into the CIE 1931 graph. UV-Vis testing on the samples showed absorbance peaks in the wavelength range of 200 nm – 300 nm which indicated the presence of core C-dots. The results of the XRD characterization showed that the carbon phase of the C-dots powder was amorphous. The luminescence of the C-dots solution produces a cyan color. The more mass of C-dots dissolved, the shorter the glow and the more diffuse the color. The longest luminescence with the narrowest luminescence color was obtained in the solution with the smallest mass of C-dots, namely: 0.003 g.

Kata kunci: *Luminescence color, C-dots, CIE-1931, XRD, UV-Vis*

PENDAHULUAN

Mi merupakan salah satu makanan tradisional khas di Asia, yang diperkenalkan oleh bangsa Cina ke seluruh dunia. Di Indonesia, mi sudah menjadi bagian dari makanan pokok kedua setelah nasi karena rasanya yang digemari banyak orang dan mudah diolah menjadi berbagai macam masakan (Kuwanto, 2017).

Bihun merupakan salah satu jenis mi. Bahan utama dalam pembuatan bihun adalah beras keras yang mengandung banyak *amilosa*. Arti dari kata bihun sendiri adalah tepung beras dalam bahasa Cina (*bie* = beras, *hun* = tepung). Pada pembuatan bihun, langkah pertama adalah pembuatan tepung dengan cara menggiling beras hingga halus. Kemudian dimasak dan dicetak dengan bentuk seperti benang dan dikeringkan. Pengolahan bihun sebagai bahan makanan di Indonesia dapat ditemukan pada soto, bakso, ketoprak, lumpia, dan lain-lainnya (Astawan, 2000).

Dalam sebungkus mi yang beratnya 75 g, total energi yang diperoleh adalah sekitar 350 kkal. Apabila kebutuhan energi dari orang dewasa adalah 2500 kkal, maka semangkuk mi dapat memenuhi sekitar 14% dari energi yang dibutuhkan oleh orang dewasa. Nilai tersebut masih kurang apabila digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi. Oleh karena itu, perlu tambahan bahan makanan lain untuk menambah mutu gizi serta energi untuk memulihkan stamina. Untuk menambah protein, pada umumnya ditambah bahan seperti bakso, udang, ikan, telur, dan tempe serta penambahan sayuran seperti kubis, wortel, sawi, dan tomat untuk menambah kadar vitamin dan serat dalam tiap sajiannya (Astawan, 2000).

Namun, di balik manfaatnya sebagai salah satu bahan makanan pokok yang populer di Indonesia, industri pembuatan bihun menghasilkan limbah yang tidak boleh diabaikan. Limbah produksi bihun adalah tepung dan serpihan mi yang rontok karena tidak dapat diolah dengan sempurna. Limbah tepung ini apabila tidak diolah akan menumpuk. Tumpukan limbah tepung yang dibiarkan dalam waktu yang lama akan memunculkan bau yang mengganggu lingkungan. Dalam pengelolaan limbah ini, belum banyak yang memanfaatkannya sebagai bahan dasar pembuatan material *carbon nanodots* (C-dots).

C-dots adalah material nano karbon yang berukuran kurang dari 10 nm. C-dots memiliki sifat toksisitas yang rendah, larut dalam air, pendaran yang tinggi, proses pembuatannya yang mudah, serta memakan biaya yang murah. Dari sifat tersebut, C-dots berpotensi untuk diaplikasikan secara luas dalam berbagai hal antara lain: biosensor, fotokatalis, dan *drug delivery system* (Sagbas dan Sahiner, 2018).

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, salah satu sifat yang sangat menarik dari nanomaterial C-dots adalah pendarannya yang kuat. Hasil pendaran ini telah digunakan untuk berbagai aplikasi, di antaranya sebagai antibakteri (Verma et al., 2019). Namun demikian, belum banyak penelitian yang dilakukan untuk membahas tentang pendaran warna C-dots. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, peneliti tertarik untuk membahas warna pendaran C-dots menggunakan salah satu grafik kolorimetri, yakni: CIE 1931.

Sintesis limbah bihun menjadi C-dots dilakukan dengan mengurangi kadar air terlebih dahulu dengan cara di-oven, kemudian diolah menjadi nanomaterial menggunakan microwave.

Metode sintesis nanomaterial dalam fase cair ini mudah dilakukan, sederhana, dan murah. Selain itu, dilakukan pula karakterisasi sampel C-dots yang dihasilkan. Karakterisasi dalam penelitian menggunakan spektrofotometer *ultraviolet-visible* (UV-Vis) dan *X-ray diffraction* (XRD).

METODE PENELITIAN

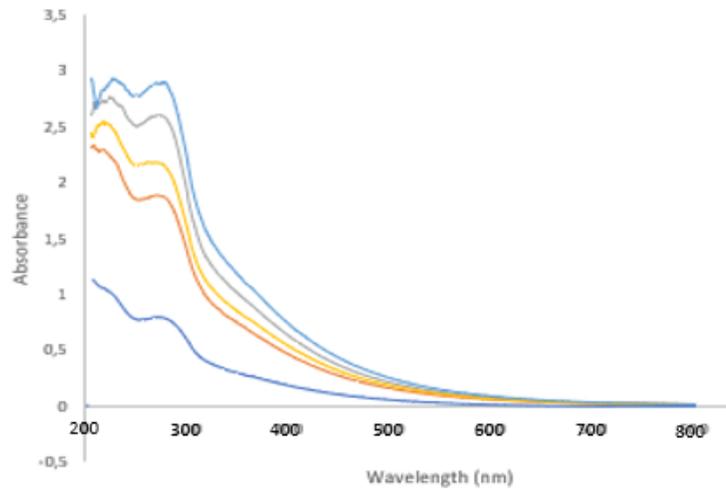
Penelitian ini dikerjakan pada bulan Desember 2021 sampai Februari 2022. Tempat penelitian ini dilakukan di Lab. Koloid, Lab. IDB, dan Lab. Spektroskopi FMIPA, UNY. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah massa C-dots yang disinari laser UV. Variasi massa C-dots yang digunakan adalah (dalam g): 0,003, 0,010, 0,015, 0,020, dan 0,025. Variabel terikat pada penelitian ini adalah pendaran C-dots yang disinari oleh laser UV. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah waktu pemanasan microwave, suhu pengovenan, jarak antara kamera dan sampel, serta *setting* pada kamera.

Teknik pengambilan data dimulai dengan memvariasi massa C-dots yang akan disinari laser UV untuk dianalisa warna pendarannya. Kemudian, dalam pengambilan data warna pendaran C-dots menggunakan kamera. Gambar pendaran C-dots yang dikenai laser UV kemudian dianalisa data warnanya dalam bentuk RGB (*red*, *green*, dan *blue*) menggunakan aplikasi Photoshop. Data RGB ini dikonversikan menjadi bentuk x,y agar dapat dimasukkan ke dalam diagram warna CIE 1931. Dilakukan pengujian spektrofotometer UV-Vis pada sampel C-dots berbahan dasar limbah bihun yang sudah dilarutkan kedalam botol sampel. Sebanyak 5 sampel diuji berdasarkan massanya. Pengujian dilakukan pada C-dots yang sudah dilarutkan dalam akuades. Hasil dari karakterisasi UV-Vis berupa grafik hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang. Pengujian dengan XRD dilakukan untuk mengetahui fasa-fasa pada sampel C-dots. Sampel yang diuji merupakan C-dots berbahan dasar limbah bihun. Limbah bihun sudah mengalami proses pengeringan, pemanasan menggunakan oven, perendaman menggunakan akuades dan pemanasan menggunakan microwave. Hasil inilah yang kemudian ditumbuk halus dan diuji menggunakan XRD.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam sintesis C-dots berbahan dasar limbah bihun menggunakan pemanasan oven dan microwave telah dihasilkan C-dots dalam bentuk serbuk berwarna coklat tua. Serbuk ini kemudian dilarutkan dengan akuades 10 mL dengan divarasi massanya. Dihasilkan C-dots masing-masing larutan dengan massa 0,003, 0,010, 0,015, 0,020, dan 0,025 dalam akuades 10 mL. Semakin besar massa C-dots yang dilarutkan, warna larutannya semakin menjadi kecoklatan.

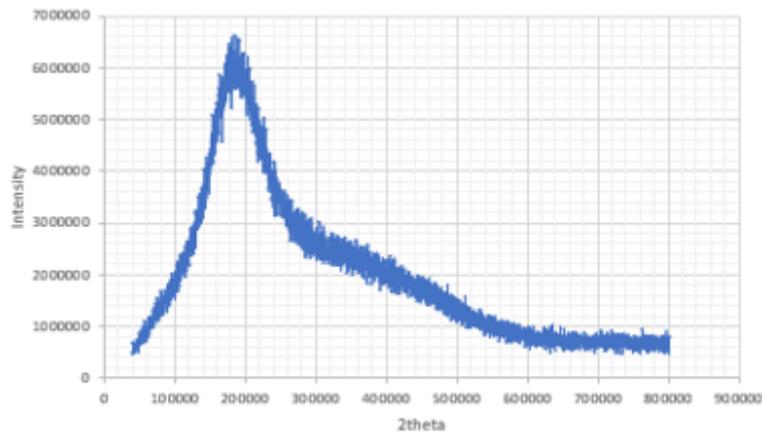
Hasil dari sintesis C-dots yang menggunakan bahan dasar limbah bihun kemudian diuji dengan spektrofotometer UV-Vis. Pengujian spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengetahui pola absorbansi pada panjang gelombang tertentu. Hasil uji UV-Vis berupa hubungan antara absorbansi (a.u.) dengan panjang gelombang (nm). Panjang gelombang yang digunakan pada pengujian adalah 200 nm – 800 nm.



Gambar 9. Hasil uji spektrofotometer UV-Vis untuk C-dots yang dihasilkan.

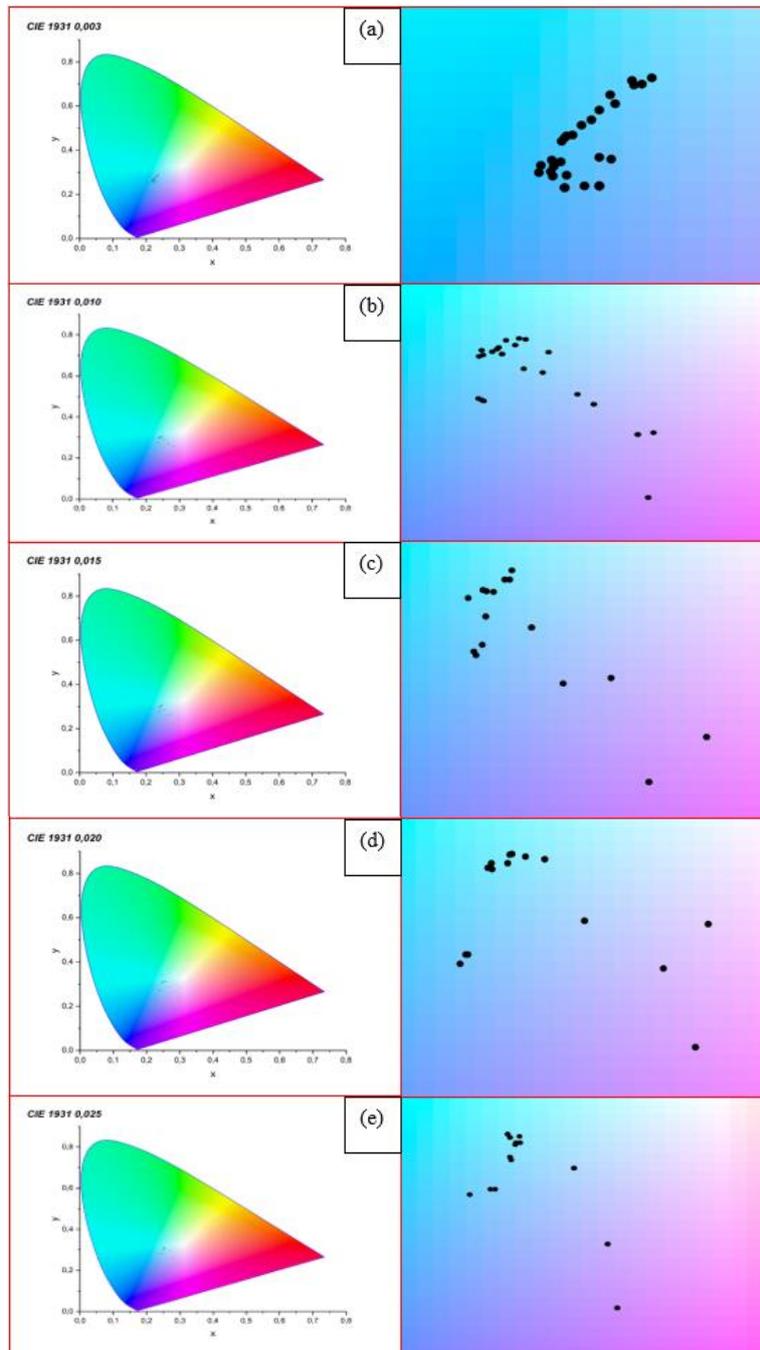
Pada Gambar 9, didapatkan hasil spektrum puncak absorbansi untuk sampel C-dots yang berbeda massa larutannya. Variasi massa yang dilarutkan adalah (g) 0,003, 0,010, 0,015, 0,020, dan 0,025 pada sampelnya. Pada grafik dapat diamati bahwa semakin tinggi nilai absorbansi maka semakin tinggi kandungan C-dots yang terkandung dalam larutan tersebut. Selain itu terdapat, terdapat dua puncak pada absorbansi maksimum untuk semua variasi massa C-dots. Kedua puncak tersebut berada pada panjang gelombang di sekitar 220 nm dan 300 nm. Puncak pertama menunjukkan adanya transisi $\pi-\pi^*$ yang mengindikasikan keberadaan *core* C-dots dan berisi gugus fungsi C=C. Sedangkan, puncak kedua menunjukkan adanya transisi $n-\pi^*$ yang mengindikasikan adanya *surface state* C-dots dan berisi gugus fungsi oksigen.

Pengujian XRD bertujuan untuk mengetahui fasa-fasa yang terbentuk pada sampel C-dots hasil sintesis. Hasil karakterisasi XRD dapat diamati pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil uji XRD.

Pola difraksi yang dihasilkan pada sampel C-dots berbahan dasar limbah bihun menunjukkan pelebaran (lembah) pada di sekitar $2\theta = 184.8^\circ$. Data difraksi sinar-X pada gambar hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa struktur C-dots bersifat *amorf*. Hal ini diamati ketiadaan puncak-puncak tinggi dan spesifik yang biasanya terjadi pada sampel kristalin.



Gambar 3. Hasil plot CIE 1931 untuk semua variasi massa C-dots.

Gambar 3 menunjukkan bahwa rata-rata titik warna yang dihasilkan dari pendaran larutan C-dots yang disinari laser UV menunjukkan kecenderungan pada suatu area. Area yang dimaksud dalam hal ini adalah area biru menuju *cyan* yang dekat dengan area tengah yang putih. Walaupun dalam gambar pendaran yang dideteksi berwarna hitam, namun pada grafik, titik tersebut berada dalam area yang mendekati putih. Area putih merupakan area dengan kandungan warna yang sangat sedikit. Namun, pada Gambar 3, titik tersebut masih berada di area yang dekat dengan warna biru.

Kemudian ada titik warna yang jauh menuju warna magenta. Titik-titik ini dihasilkan oleh larutan C-dots yang memiliki massa 0,010 g sampai 0,025 g. Pada gambar pendarannya

pun terlihat bahwa larutan ini memendarkan sinar laser UV dengan jarak yang pendek. Berbeda dengan larutan C-dots yang bermassa 0,003 g, larutan ini memendarkan sinar laser UV dengan jarak yang cukup jauh jika dibandingkan larutan yang lain. Hasil grafiknya [lihat Gambar 12(a)] lebih memusat pada suatu area tertentu saja dengan jarak titik warna yang lebih dekat dan berada pada daerah dengan warna kebiruan atau paling jauh dari pusat grafik yang berwarna putih.

SIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dalam penelitian ini adalah (1) Dapat dihasilkan material C-dots dari bahan dasar limbah bihun menggunakan oven dan microwave. Telah dilakukan pula karakterisasi C-dots menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan XRD. Hasil spektrofotometer UV-Vis menunjukkan terjadinya dua puncak absorpsi pada panjang gelombang 220 nm dan 300 nm untuk semua variasi massa C-dots. Hasil uji XRD menunjukkan fasa sampel C-dots adalah amorf. (2) Massa C-dots berpengaruh terhadap warna pendaran yang dihasilkan ketika disinari dengan laser UV. Semakin sedikit massa C-dots yang dilarutkan, dihasilkan pendaran yang semakin panjang dengan sebaran warna yang dipendarkan lebih terfokus pada area yang lebih kecil dan berwarna cyan. Semakin banyak massa C-dots yang dilarutkan, maka pendarannya akan lebih menyebar ke arah magenta.

DAFTAR PUSTAKA

- Haryadi. 2014. *Teknologi mi, bihun, sohun*. Gadjah Mada University Press.
- Astawan, Made. *Membuat mi dan bihun*. Niaga Swadaya, 2000.
- Sagbas, Selin, and Nurettin Sahiner. "Carbon dots: preparation, properties, and application." *Nanocarbon and its Composites*. Woodhead Publishing, 2019. 651-676.
- Verma, Arushi, et al. "Role of surface charge in enhancing antibacterial activity of fluorescent carbon dots." *Nanotechnology* 31.9 (2019): 095101.
- Li, Haitao, et al. "Carbon nanodots: synthesis, properties and applications." *Journal of materials chemistry* 22.46 (2012): 24230-24253.
- Firdayati, Mayrina, and Marisa Handajani. "Studi karakteristik dasar limbah industri tepung aren." *Unnes Journal of Biology Education* 1.1 (2012).
- Lempong, Mody. "Pohon aren dan manfaat produksinya." *Buletin Eboni* 9.1 (2012): 37-54.
- Baker, Sheila N., and Gary A. Baker. "Luminescent carbon nanodots: emergent nanolights." *Angewandte Chemie International Edition* 49.38 (2010): 6726-6744.
- Li, Haitao, et al. "Carbon nanodots: synthesis, properties and applications." *Journal of materials chemistry* 22.46 (2012): 24230-24253.
- Xiao, Lian, and Handong Sun. "Novel properties and applications of carbon nanodots." *Nanoscale Horizons* 3.6 (2018): 565-597.
- Vollmer, Michael. "Physics of the microwave oven." *Physics Education* 39.1 (2004): 74.
- Suhartati, Tati. "Dasar-dasar spektrofotometri UV-Vis dan spektrometri massa untuk penentuan struktur senyawa organik." (2017).
- Zackiyah, M. Si. "Spektrometri Ultra Violet/Sinar Tampak (UV-Vis)." (2019).
- Setianingsih, Tutik. *Prinsip Dasar dan Aplikasi Metode Difraksi Sinar-X untuk Karakterisasi Material*. Universitas Brawijaya Press, 2018.
- Epp, J. "X-ray diffraction (XRD) techniques for materials characterization." *Materials characterization using nondestructive evaluation (NDE) methods*. Woodhead Publishing, 2016. 81-124.

- Spieß, L., Teichert, G., Schwarzer, R., Behnken, H., Genzel, C., 2009. *Moderne Röntgenbeugung*, second ed. Teubner Verlag, Wiesbaden.
- Schwartz, L.H., Cohen, J.B., 1987. *Diffraction from Materials*. Springer Verlag, Berlin
- Westland, Stephen. "The CIE System." (2012): 139-146.
- Fairman, Hugh S., Michael H. Brill, and Henry Hemmendinger. "How the CIE 1931 color-matching functions were derived from Wright-Guild data." *Color Research & Application: Endorsed by Inter-Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia, Centre Français de la Couleur* 22.1 (1997): 11-23.