

**KAJIAN GRADASI SPEKTRUM PENDARAN PADA NANOMATERIAL
CARBON NANODOTS BERBAHAN DASAR WEDANG UWUH**

**GRADATION STUDY OF LUMINESCENCE SPECTRUM ON CARBON
NANODOTS NANOMATERIALS MADE FROM WEDANG UWUH**

Ardhia Putri Wardani*, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

Wispar Sunu Brams Dwandaru, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*email: ardhiaputri.2020@student.uny.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui sintesis nanomaterial *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh, (2) mengetahui karakterisasi nanomaterial *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh menggunakan uji spektrofotometer UV-Vis, PSA, dan PL, (3) mengetahui pengaruh metode karbonasi suhu rendah dengan variasi waktu pemanasan oven terhadap gradasi spektrum pendaran pada nanomaterial *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh dari hasil penyinaran laser UV. Penelitian ini terdiri dari tiga tahap, yaitu sintesis, pengambilan gambar, dan karakterisasi. Penelitian ini berbahan dasar wedang uwuh dengan metode pemanasan oven. Hasil pengambilan gambar menunjukkan terjadinya gradasi warna dari pendaran warna kuning sampai *cyan*. Hasil UV-Vis menunjukkan puncak absorbansi pada variasi waktu pemanasan oven 0, 15, 30, 25, dan 60 menit berturut-turut sebesar 266, 269, 273, 279, dan 280 nm yang mengindikasikan adanya *red shift* pada puncak absorbansi *carbon nanodots*. Hasil PL menunjukkan terjadinya *blue shift* dengan puncak emisi pada panjang gelombang 574 nm memendarkan warna kuning, 529 dan 518 nm memendarkan warna hijau, serta 494 dan 489 nm memendarkan warna *cyan*. Hasil PSA menunjukkan semakin lama waktu pemanasan oven maka ukuran partikel *carbon nanodots* cenderung semakin kecil.

Kata kunci: *carbon nanodots, pendaran, spektrum, wedang uwuh.*

Abstract. This study aims to (1) determine the synthesis of carbon nanodots nanomaterials made from wedang uwuh, (2) determine the characterization of carbon nanodots nanomaterials made from wedang uwuh using UV-Vis, PSA, and PL spectrophotometer tests, (3) determine the effect of low-temperature carbonation methods with oven heating time variations on the gradation of luminescence spectra in carbon nanodots nanomaterials made from wedang uwuh from the results of UV laser irradiation. This research consists of three stages, namely synthesis, shooting, and characterization. This research is made from wedang uwuh with oven heating method. The results of the shooting show the occurrence of color gradation from yellow to cyan luminescence. UV-Vis results show absorbance peaks at oven heating time variations of 0, 15, 30, 25, and 60 minutes of 266, 269, 273, 279, and 280 nm respectively indicating a red shift at the peak absorbance of carbon nanodots. PL results show a blue shift with emission peaks at wavelengths of 574 nm glowing yellow, 529 and 518 nm glowing green, and 494 and 489 nm glowing cyan. PSA results show that the longer the oven heating time, the smaller the particle size of carbon nanodots.

Keywords: *carbon nanodots, luminescence, spectrum, wedang uwuh.*

PENDAHULUAN

Wedang uwuh merupakan salah satu kearifan lokal Indonesia yang memiliki banyak khasiatnya bagi kesehatan yang berasal dari daerah Bantul, Yogyakarta (Dinas Kesehatan DIY, 2022). Wedang uwuh yang terdiri dari kayu secang, cengkeh, kayu manis, daun dan biji pala, jahe, dan gula batu seolah-olah tampak seperti sampah, namun pencampuran minuman ini supaya diperoleh suatu kombinasi antioksidan (Widanti et al., 2019). Tidak hanya pemanfaatannya sebagai minuman kesehatan tradisional, wedang uwuh juga menyimpan banyak manfaat pada bidang nanoteknologi. Perlu adanya pengembangan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaan wedang uwuh.

Salah satu hasil nanoteknologi yakni nanomaterial *carbon nanodots*, telah menarik minat peneliti selama bertahun-tahun karena sifat fisiko-kimianya yang beragam dan karakter yang menguntungkan seperti biokompatibilitas yang baik, sifat optik yang unik, biaya rendah, ramah lingkungan, dan fungsional yang melimpah (Liu et al., 2020). Salah satu contoh nanomaterial yang berpendar ketika diradiasi adalah *carbon nanodots* yang ditemukan pada tahun 2006. (Jaya et al., 2021).

Sifat *luminescent carbon nanodots* dapat berpendar atau mengemisikan cahaya dengan warna perpendaran pada gelombang cahaya tampak dan bergantung pada lebar celah pita saat ditembakkan laser sinar UV (Su et al., 2018). Warna perpendaran yang dihasilkan berbeda-beda tergantung dengan bahan yang digunakan. Warna tersebut banyak diaplikasikan pada berbagai bidang, terutama pada bidang medis. Namun demikian, penelitian tentang pendaran warna yang dihasilkan *carbon nanodots* masih belum tuntas. Salah satu permasalahan tentang pendaran *carbon nanodots* adalah belum dapat ditentukannya sumber penyebab pendaran tersebut.

Dalam kajian penelitian ini, wedang uwuh dimanfaatkan menjadi *carbon nanodots*. Sintesis *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh menjadi sesuatu yang menarik untuk diteliti karena secara umum wedang uwuh untuk minuman kesehatan. Diharapkan gradasi spektrum pendaran *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh yang dihasilkan dapat digunakan dalam mengembangkan aplikasi *carbon nanodots* ke depannya. Pembuatan *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh menggunakan metode karbonasi suhu rendah dengan variasi waktu pemanasan oven. Dalam hal ini belum diketahui akibat variasi waktu pemanasan oven terhadap pendaran yang dihasilkan oleh *carbon nanodots*.

Karakterisasi *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh meliputi ukuran partikel, absorbansi, emisi, dan warna yang dipancarkan. Karakterisasi yang dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-visible (UV-Vis), *particle size analyzer* (PSA), dan *photoluminescence* (PL). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh metode karbonasi suhu rendah dengan variasi waktu pemanasan oven terhadap gradasi spektrum pendaran pada nanomaterial *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh dari hasil penyinaran laser UV.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu tahap sintesis *carbon nanodots*, karakterisasi *carbon nanodots*, dan pengambilan gambar (foto). Tahap pertama adalah sintesis *carbon nanodots*, dimulai dengan memisahkan rempah-rempah wedang uwuh dengan jahe dan gula batu. Rempah-rempah dipisahkan masing-masing lalu dipotong menjadi bagian-bagian kecil. Kemudian, potongan-potongan tersebut dibagi lima sampel dan dicampur lalu dipanaskan menggunakan suhu 200°C dengan variasi waktu pemanasan oven 0, 15, 30, 45, dan 60 menit. Hasil pemanasan oven kemudian ditumbuk menggunakan mortar untuk memperlebar luas permukaan dan mempercepat reaksi. Serbuk wedang uwuh tersebut dicampurkan dengan 50 mL aquades dan disonikasi selama 1 jam. Kemudian, memisahkan ampas wedang uwuh dengan larutan dengan cara disaring menggunakan corong dan kertas saring. Larutan yang telah

disaring tersebut merupakan larutan *carbon nanodots* wedang uwuh dengan variasi waktu pemanasan oven.

Tahap kedua adalah karakterisasi *carbon nanodots*. Penelitian ini menghasilkan lima sampel variasi waktu pemanasan oven. Kelima sampel tersebut kemudian di karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui puncak absorbansi larutan pada panjang gelombang panjang gelombang 200 nm – 800 nm, PL untuk mengetahui puncak emisi larutan pada panjang gelombang tertentu, dan PSA untuk mengetahui ukuran dan persebaran nano partikel suatu sampel.

Tahap ketiga berupa pengambilan gambar (foto) pada variasi waktu pemanasan oven (0, 15, 30, 45, dan 60 menit). Pada tahap ini masing-masing sampel *carbon nanodots* diambil 4 tetes dan ditambahkan 10 mL aquades. Kemudian, mengambil gambar (foto) warna pendaran untuk masing-masing sampel dalam ruangan gelap dengan menyinari larutan menggunakan laser

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Material *carbon nanodots* dihasilkan dari bahan wedang uwuh melalui proses karbonasi suhu rendah.. Larutan tersebut memiliki sifat fisik bewarna merah kecoklatan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Sedangkan, hasil sintesis *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh ditunjukkan pada Gambar 2. Larutan ini nantinya yang akan digunakan untuk melihat gradasi spektrum pendaran akibat waktu pemanasan oven.

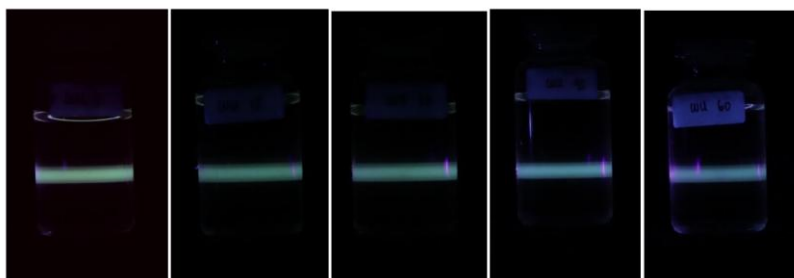


Gambar 1. Larutan *carbon nanodots* wedang uwuh.



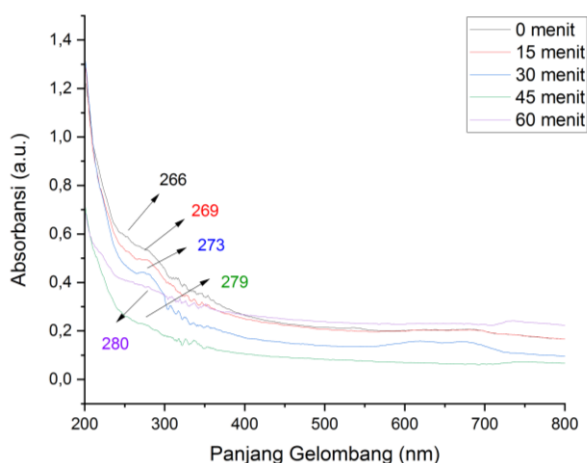
Gambar 2. Hasil sintesis *carbon nanodots* dengan variasi waktu pemanasan oven berturut-turut 0, 15, 30, 45, dan 60 menit.

Salah satu cara sederhana untuk menentukan bahwa larutan tersebut adalah larutan *carbon nanodots* yaitu dengan menembakkan laser UV ke larutan *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh. Pengambilan gambar (foto) ini didasarkan pada salah satu sifat *carbon nanodots* yang dapat mengemisikan cahaya ketika dikenai laser UV. Tahap ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pendaran laser UV larutan *carbon nanodots* wedang uwuh dengan variasi waktu pemanasan oven berturut-turut (dari kiri ke kanan) 0, 15, 30, 45, dan 60 menit.

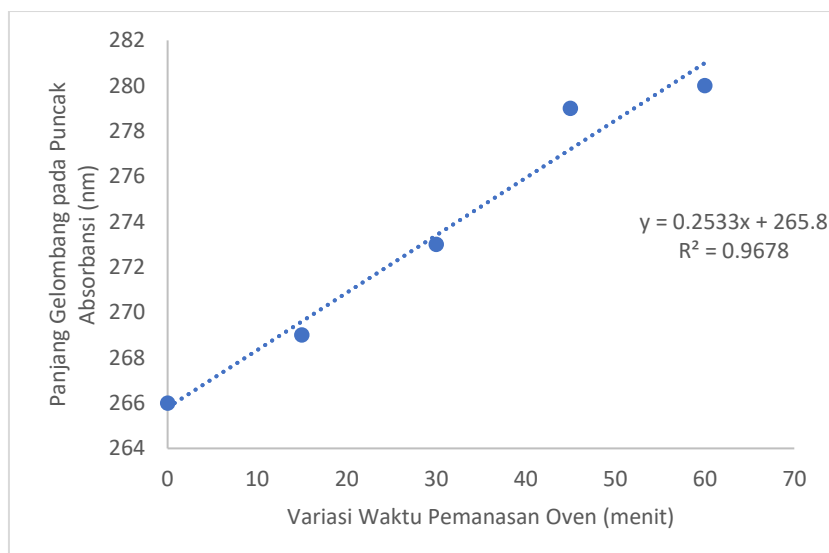
Pengujian spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengetahui puncak absorbansi dan panjang gelombang suatu sampel. Hasil dari karakterisasi menggunakan UV-Vis berupa grafik hubungan antara panjang gelombang dan absorbansi. Pengukuran yang dilakukan pada interval panjang gelombang 200 - 800 nm. Grafik pola hasil karakterisasi UV-Vis *carbon nanodots* wedang uwuh dengan variasi waktu pemanasan oven ditunjukkan pada Gambar 4. Untuk mengetahui data puncak absorbansi *carbon nanodots* wedang uwuh terhadap waktu pemanasan oven dapat ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 5.



Gambar 4. Hasil karakterisasi UV-Vis *carbon nanodots* wedang uwuh.

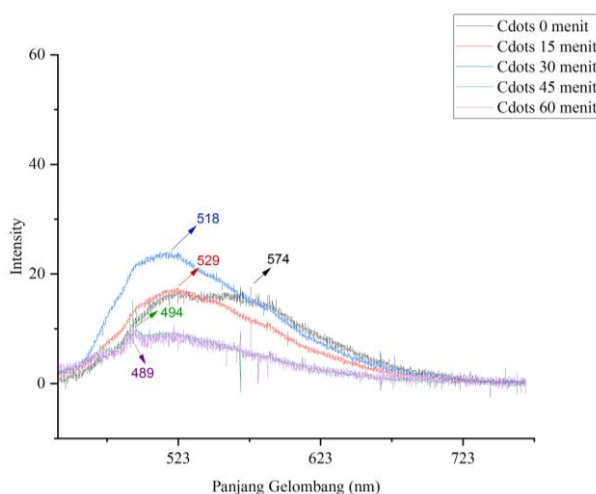
Tabel 1. Tabel data puncak absorbansi *carbon nanodots* wedang uwuh.

No.	Variasi Waktu Pemanasan Oven (menit)	Panjang Gelombang pada Puncak Absorbansi (nm)
1.	0	266
2.	15	269
3.	30	273
4.	45	279
5.	60	280



Gambar 5. Grafik hubungan antara puncak absorbansi dan variasi waktu pemanasan oven.

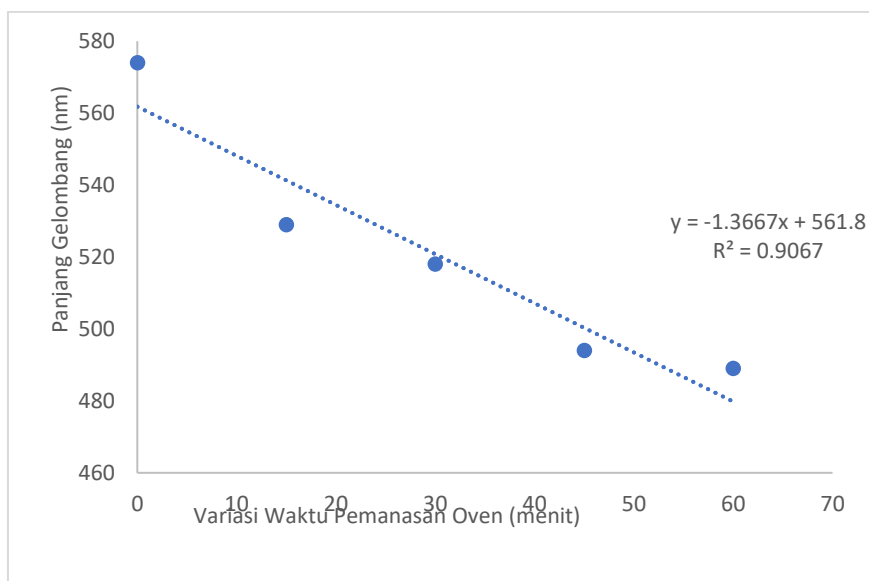
Pengujian PL digunakan untuk mengetahui panjang gelombang emisi maksimum yang dihasilkan sampel *carbon nanodots*. Grafik karakterisasi PL merupakan hubungan antara emisi panjang gelombang eksitasi (nm) dan intensitas emisi (a.u.). Hasil karakterisasi PL dapat dilihat pada Gambar 6. Untuk mengetahui data puncak intensitas *carbon nanodots* wedang uwuh terhadap waktu pemanasan oven dapat ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 7.



Gambar 6. Hasil karakterisasi PL *carbon nanodots* wedang uwuh.

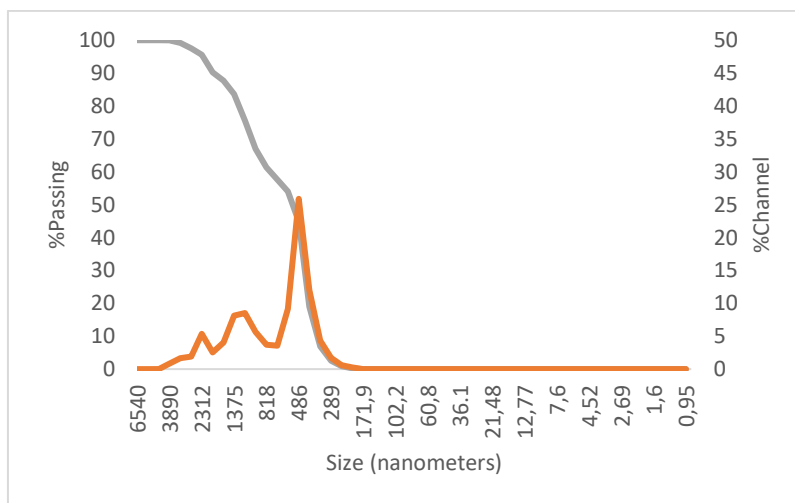
Tabel 2. Tabel data puncak intensitas *carbon nanodots* wedang uwuh.

No.	Variasi waktu pemanasan oven (menit)	Panjang gelombang pada puncak intensitas (nm)
1.	0	574
2.	15	529
3.	30	518
4.	45	494
5.	60	489

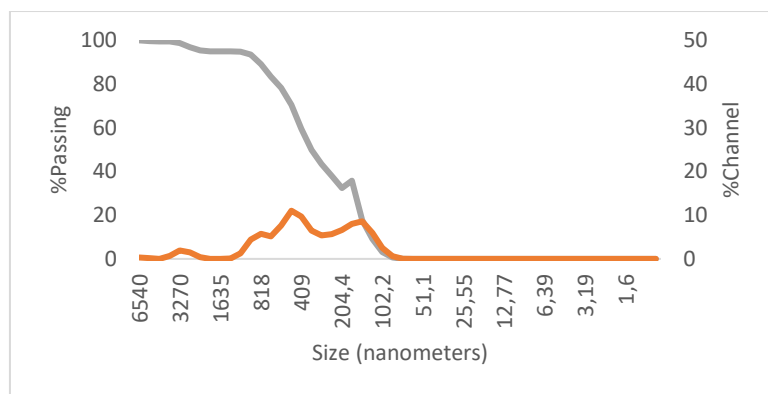


Gambar 7. Grafik hubungan antara panjang gelombang pada puncak intensitas dan variasi waktu pemanasan oven.

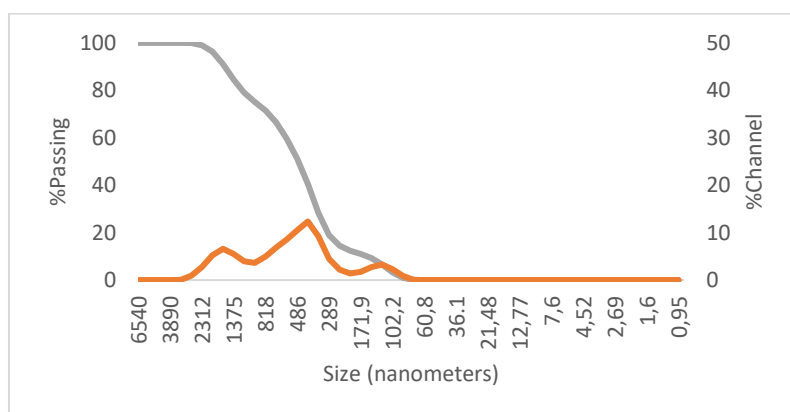
Pengujian selanjutnya adalah PSA, yang digunakan untuk mengetahui ukuran dan persebaran nano partikel suatu sampel (Fitriani et al., 2021). Hasil dari karakterisasi PSA adalah grafik yang menunjukkan ukuran partikel dan persentase dari setiap ukuran pada sampel *carbon nanodots* wedang uwuh. Karakterisasi PSA dilakukan pada 3 sampel dengan variasi waktu pemanasan oven 0, 30, dan 60 menit. Gambar hasil karakterisasi PSA ditunjukkan pada Gambar 8 hingga Gambar 10. Sedangkan data hasil karakterisasi PSA *carbon nanodots* wedang uwuh suhu pemanasan oven 0, 30, dan 60 menit dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 8. Hasil karakterisasi PSA *carbon nanodots* wedang uwuh waktu pemanasan oven 0 menit.



Gambar 9. Hasil karakterisasi PSA *carbon nanodots* wedang uwuh waktu pemanasan oven 30 menit.



Gambar 10. Hasil karakterisasi PSA *carbon nanodots* wedang uwuh waktu pemanasan oven 60 menit.

Tabel 2. Tabel data hasil karakterisasi PSA *carbon nanodots* wedang uwuh suhu pemanasan oven 0, 30, dan 60 menit.

Nama	Diameter (nm)	Persentase (%)
<i>C-dots</i> 0 menit	2179	12,3
	1057	33,6
	432	54,1
<i>C-dots</i> 30 menit	2896	5
	758	16,7
	381	45,9
	140,2	32,4
<i>C-dots</i> 60 menit	1421	28,5
	413	60,5
	115,3	11

Pembahasan

Hasil sintesis *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh dengan metode karbonasi suhu rendah berwujud larutan berwarna merah kecoklatan hingga memudar orange kecoklatan yang dapat diamati dari Gambar 2. Dengan demikian, terdapat sedikit perbedaan warna antara larutan wedang uwuh dengan hasil sintesis *carbon nanodots*. Secara kasat mata, larutan wedang uwuh berwarna merah kecoklatan. Setelah dilakukan treatment pemanasan oven dihasilkan bahan berwarna merah kecoklatan hingga memudar orange kecoklatan. Akibat proses pemanasan menggunakan oven ini, warna wedang uwuh yang merah kecoklatan akan semakin pudar dengan semakin lamanya waktu pemanasan oven.

Pada larutan *carbon nanodots* dilakukan pengujian menggunakan laser UV dan kamera untuk mengetahui sifat *carbon nanodots* yang dapat mengemisikan cahaya. Pengujian penembakan laser UV bersifat kualitatif karena hasil pengujian ini disimpulkan oleh spektrum pendaran laser UV yang melewati larutan *carbon nanodots* wedang uwuh. Pada penelitian ini, didapatkan penampakan warna kuning pada suhu pemanasan oven 0 menit, menuju warna hijau pada suhu pemanasan oven 30 menit, dan menuju warna *cyan* pada suhu pemanasan oven 60 menit. Pendaran larutan *carbon nanodots* wedang uwuh dapat dilihat pada Gambar 3. Hal ini menunjukkan terjadinya gradasi warna akibat variasi waktu pemanasan oven dari pendaran warna kuning sampai *cyan*. Dengan demikian, terjadi pergeseran panjang gelombang pendaran yang semakin pendek dengan semakin lamanya waktu pemanasan oven. Dengan kata lain, energi *gap* dari bahan dipengaruhi oleh waktu pemanasan oven. Semakin lama pemanasan oven maka energi *gap* nya semakin besar.

Hasil pengujian UV-Vis pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa masing-masing variasi waktu pemanasan oven memiliki satu puncak absorbansi. Puncak absorbansi pada *carbon nanodots* dengan waktu pemanasan oven 0 menit berada pada panjang gelombang 266 nm dengan absorbansi sebesar 0,551. Pada waktu pemanasan oven 15 menit, puncak absorbansi larutan berada pada panjang gelombang 269 nm dengan absorbansi sebesar 0,497. Kemudian pada waktu pemanasan oven 30 menit, puncak absorbansi larutan berada pada panjang gelombang 273 nm dengan absorbansi 0,441. Pada waktu pemanasan oven 45 menit, puncak absorbansi larutan berada pada panjang gelombang 279 nm dengan absorbansi 0,222. Sementara itu, pada waktu pemanasan oven 60 menit, puncak absorbansi larutan berada pada panjang gelombang 280 nm dengan absorbansi 0,382.

Adanya puncak absorbansi pada sampel *carbon nanodots* mengindikasikan terdapat suatu material yang terkandung dalam sampel uji (Anggraini & Dwandaru, 2021). Dari hasil pengujian pada sampel, semakin tinggi puncak absorbansi maka semakin banyak material *carbon nanodots* yang terkandung di dalam sampel. Berdasarkan grafik hasil karakterisasi UV-Vis sampel, variasi waktu pemanasan oven dapat menghasilkan material *carbon nanodots*. *Carbon nanodots* yang disintesis dengan metode fisika dan kimia menunjukkan satu atau dua puncak absorbansi pada rentang laser UV atau pada panjang gelombang 260 - 360 nm untuk spektrofotometer UV-Vis (Anggraini & Dwandaru, 2021). Maka sintesis *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh dapat dikatakan berhasil.

Dari hasil uji UV-Vis dapat pula diamati perubahan puncak absorbansi *carbon nanodots* terhadap waktu pemanasan oven. Hal ini dapat diamati Tabel 1 dan digambarkan pada Gambar 5. Semakin lama waktu pemanasan oven maka semakin besar panjang gelombang pada puncak absorbansi *carbon nanodots*. Hal ini menandakan adanya *red shift* atau pergeseran merah yang terjadi pada puncak absorbansi *carbon nanodots* akibat lamanya waktu pemanasan oven. Secara fisis, hal ini menunjukkan bahwa energi *gap carbon nanodots* cenderung berkurang dengan semakin lamanya waktu pemanasan oven. Dengan kata lain, dibutuhkan energi yang makin kecil (panjang gelombang makin besar) untuk mengeksitasi elektron dalam sampel *carbon nanodots* dengan menyerap spektrum UV.

Hasil pengujian PL *carbon nanodots* wedang uwuh dengan waktu pemanasan oven 0 menit menghasilkan puncak intensitas dalam rentang warna kuning yaitu 574 nm. Pada waktu pemanasan oven 15 menit dan 30 menit dihasilkan puncak intensitas dalam rentang warna hijau yang berturut-turut 529 nm dan 518 nm. Sementara itu, pada waktu pemanasan oven 45 menit dan 60 menit dihasilkan rentang warna *cyan* yaitu pada panjang gelombang berturut-turut 494 nm dan 489 nm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *carbon nanodots* dengan variasi waktu pemanasan oven menghasilkan pendaran warna kuning, hijau, hingga *cyan*. Hal ini sesuai dengan hasil kualitatif sampel ketika disinari laser UV yaitu memendarkan warna kuning, hijau, hingga *cyan*.

Sesuai dengan hasil karakterisasi UV-Vis, perbedaan puncak intensitas kemungkinan berkaitan dengan banyaknya *carbon nanodots* yang terkandung dalam sampel dan semakin banyak yang tereksitasi maka semakin banyak pula yang bertransisi ke lintasan dengan energi yang lebih rendah (Anggraini & Dwandaru, 2021). Gelombang elektromagnetik memancarkan transisi yang terdeteksi sebagai intensitas emisi *carbon nanodots* pada panjang gelombang tertentu. Adanya puncak intensitas emisi pada hasil karakterisasi PL memperkuat indikasi terbentuknya *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh.

Selain itu, sebagaimana hasil uji absorbansi menggunakan UV-Vis, diperoleh pula hasil pengamatan dimana semakin lama pemanasan oven, maka semakin kecil panjang gelombang pada puncak intensitas PL. Hal ini, terjadinya *blue shift* atau pergeseran biru pada hasil uji PL *carbon nanodots*. Hal ini berarti untuk emisi *carbon nanodots* semakin lama waktu pemanasan oven dihasilkan panjang gelombang emisi yang semakin pendek. Oleh karena itu, terjadi perubahan warna emisi dari kuning menjadi hijau dan terakhir *cyan*. Dengan demikian, proses deeksitasi elektron ini melepaskan energi yang semakin besar dengan semakin lamanya waktu pemanasan oven.

Menarik untuk diamati, bahwa hasil pergeseran panjang gelombang pada puncak emisi menggunakan PL berkebalikan dengan hasil pergeseran panjang gelombang pada puncak absorbansi menggunakan UV-Vis. Dalam hal ini, *carbon nanodots* mengalami *red shift* ketika terjadi absorbansi dan mengalami *blue shift* ketika terjadi emisi dengan semakin lamanya waktu pemanasan oven. Hal ini dapat diamati Tabel 2 dan diilustrasikan pada Gambar 7.

Hasil karakterisasi PSA *carbon nanodots* wedang uwuh variasi waktu pemanasan oven 0, 30, dan 60 menit menghasilkan berbagai ukuran *carbon nanodots* yang dapat diamati pada Gambar 8 hingga Gambar 10. Lamanya waktu pemanasan oven yang dilakukan mempengaruhi ukuran partikel *carbon nanodots* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. Semakin lama waktu pemanasan oven maka ukuran partikel *carbon nanodots* cenderung semakin kecil. Secara umum, ukuran *carbon nanodots* adalah 1 – 10 nm (Liu, 2020). Namun demikian dari hasil uji PSA ukuran partikel yang dihasilkan semuanya berukuran lebih dari 10 nm. Hasil ini mungkin disebabkan yang terdeteksi oleh PSA adalah kumpulan dari partikel-partikel *carbon nanodots* yang aglomerasi karena sampel yang diujikan cukup pekat.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa (1) sintesis *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh telah berhasil dilakukan dengan pemanasan oven sehingga dihasilkan *carbon nanodots* berbentuk larutan. (2) Telah dilakukan karakterisasi *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh. Puncak absorbansi variasi waktu pemanasan oven 0, 15, 30, 45, dan 60 menit berturut-turut berada pada panjang gelombang 266, 269, 273, 279, dan 260 nm yang mengindikasikan adanya core *carbon nanodots*. Hasil karakterisasi PL menunjukkan adanya puncak emisi pada sampel *carbon nanodots*. Puncak yang terlihat berturut turut terjadi pada panjang gelombang 574 nm yang memendarkan warna kuning, 529 nm dan 518 nm memendarkan warna hijau, serta 494 nm dan 489 nm memendarkan warna *cyan*. Hasil uji PSA menunjukkan ukuran *carbon nanodots* cenderung semakin kecil. (3)

Lamanya waktu pemanasan oven berpengaruh terhadap karakteristik optik *carbon nanodots* berbahan dasar wedang uwuh. Pengujian UV-Vis menunjukkan terjadinya *red shift* untuk puncak absorbansi dengan semakin lama waktu pemanasan oven. Hasil uji PL menunjukkan terjadinya *blue shift* untuk puncak intensitas dengan semakin lama waktu pemanasan oven. Hasil uji PSA menunjukkan adanya perubahan ukuran partikel pada *carbon nanodots*. Semakin lama waktu pemanasan oven maka ukuran partikel cenderung semakin kecil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini dapat diselesaikan karena adanya bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Maka untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih bapak Wispar Sunu Brams Dwandaru., M. Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, G. A., & Dwandaru, W. S. B. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Nanomaterial Carbon Dots Berbahan Dasar Daun Kemangi Menggunakan Pemanasan Resto. *Universitas Negeri Yogyakarta*, 39.
- Fitriani, T. I., Handayani, I. P., & Rosi, M. (2021). Sintesis Karbon Submikrometer (smc) Menggunakan Metode Radiasi Microwave Dan Analisis Sifat Fotoluminesensinya. *EProceedings ...*, 8(5), 5946–5956.
- Jaya, M., Johannes, A. Z., Pingak, R. K., & Ngara, Z. S. (2021). Analisis Spektrum Serapan Dan Photoluminesens Karbon Nanodots (K-Dots) Berbasis Sekam Padi Asal Kabupaten Kupang. *Jurnal Fisika : Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 102–109.
- Kajian Minuman Tradisional Wedang Uwuh Dalam Upaya Pengembangan Kesehatan Tradisional di DIY. (2022, April 9). Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta. <https://dinkes.jogjaprovo.go.id/berita/detail/kajian-minuman-tradisional-wedang-uwuh-dalam-upaya-pengembangan-kesehatan-tradisional-di-diy>
- Liu, J., Li, R., & Yang, B. (2020). Carbon Dots : A New Type of Carbon-Based Nanomaterial with Wide Applications. <https://doi.org/10.1021/acscentsci.0c01306>
- Su, Z. C., Ye, H. G., Xiong, Z., Lou, Q., Zhang, Z., Tang, F., Tang, J. Y., Dai, J. Y., Shan, C. X., & Xu, S. J. (2018). Understanding and manipulating luminescence in carbon nanodots. *Carbon*, 126, 58–64. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2017.10.013>
- Widanti, Y. A., Nuraini, V., & Ariyanto, S. D. (2019). Sifat Sensoris dan Aktivitas Antioksidan Wedang Uwuh Kelor dengan Variasi Cara Penyeduhan. 3(1).