

SINTESIS DAN KARAKTERISASI CARBON NANODOTS BERBAHAN DASAR LIMBAH BIJI KOPI MENGGUNAKAN METODE PEMANASAN OVEN

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF CARBON NANODOTS MADE OF COFFEE WASTE WITH HEATING METHOD

Julius Elfino¹, Wipar Sunu Brams Dwandaru²

Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Negeri Yogyakarta¹ dan Dosen Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Negeri Yogyakarta²

juliuselfino.2017@student.uny.ac.id

Abstrak- Penelitian ini bertujuan untuk (1) mensintesis C-dots berbahan dasar limbah biji kopi dan (2) mengetahui karakteristik C-dots berbahan limbah biji kopi berdasarkan pengujian spektrofotometer UV-Vis. Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap sintesis dan tahap karakterisasi. Penelitian dimulai dengan melakukan sintesis serbuk C-dots. Serbuk C-dots kemudian dilarutkan dalam akuades hingga diperoleh stock solution C-dots. Larutan C-dots selanjutnya dikarakterisasi menggunakan uji spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui tingkat absorbansi pada masing-masing varian. Uji UV-Vis menghasilkan puncak absorbansi C-dots pada setiap variasi massa dan volume dari limbah kopi. Pada limbah kopi padat, puncak absorbansi terjadi pada rentang panjang gelombang 203 – 231 nm. Sedangkan pada limbah kopi cair, puncak absorbansi terjadi pada rentang panjang gelombang 212 – 221,5 nm.

Kata kunci: C-dots, limbah biji kopi, UV-Vis.

Abstract- This study aims to (1) synthesize C-dots made from coffee bean waste and (2) determine the characteristics of C-dots made from coffee bean waste based on UV-Vis spectrophotometer testing. This research was divided into two stages, namely the synthesis stage and the characterization stage. The research was started by synthesizing C-dots powder. The C-dots powder was then dissolved in distilled water to obtain a C-dots stock solution. The C-dots solution was then characterized using a UV-Vis spectrophotometer to determine the absorbance level of each variant. The UV-Vis test resulted in C-dots absorbance peaks for each mass and volume variation of coffee waste. In solid coffee waste, the absorbance peak occurs in the wavelength range of 203 – 231 nm. Whereas in liquid coffee waste, the absorbance peak occurs in the wavelength range of 212 – 221.5 nm.

Key words: C-dots, Coffee Waste, UV-Vis.

PENDAHULUAN

Selain menjadi kebutuhan pokok, kopi juga sudah menjadi gaya hidup bagi masyarakat Indonesia maupun masyarakat luar negeri. Hal ini dapat dilihat dengan mudahnya ditemukan produk hasil ekstraksi biji kopi yang dijual di supermarket maupun kedai-kedai yang juga menawarkan minuman-minuman hasil seduhan kopi. Bahkan saat ini, hampir di setiap rumah-rumah warga dapat ditemukan produk kopi

instan yang disimpan untuk disajikan kepada orang rumah maupun tamu. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), ekspor biji kopi Indonesia mencapai 186,8 ribu ton pada tahun 2020, dimana angka tersebut naik sekitar 10,69% dibandingkan dengan ekspor biji kopi pada tahun sebelumnya. Data ini jelas menggambarkan bahwa kopi sangat diminati tidak hanya di Indonesia, tapi juga bagi warga mancanegara. Melihat tingginya

angka peminat kopi tersebut, maka dapat diperkirakan bahwa jumlah limbah hasil olahan biji kopi juga sangat tinggi.

Hal tersebut menarik bagi penulis karena belum banyak ditemukan penelitian dan pengembangan untuk melakukan proses daur ulang terhadap limbah ekstrak biji kopi. Sisa ekstraksi biji kopi sejatinya memiliki beberapa unsur, salah satunya adalah unsur karbon. Unsur ini dapat disintesis menjadi material baru, salah satunya adalah material carbon nanodots (C-dots).

C-dots merupakan salah satu nanomaterial yang memiliki berbagai keunggulan. C-dots memiliki sifat kelarutan yang baik, pendaran kuat, dan tidak beracun. Oleh karena berbagai keunggulan tersebut, C-dots dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang, salah satunya dalam bidang mikrobiologi. Dalam bidang ini, C-dots digunakan sebagai bahan antibakteri. Terdapat beberapa penelitian C-dots dalam bidang mikrobiologi, salah satunya adalah penelitian mengenai sifat antibakteri dots yang dilakukan oleh Dong et al. (2017).

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode pemanasan oven untuk mensintesis C-dots berbahan dasar limbah ekstraksi biji kopi cair dan padat. C-dots kemudian dikarakterisasi menggunakan spektroskopi ultraviolet/visible (UV-Vis) dan dengan penyinaran laser ungu.

METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai pada bulan Februari 2021. Sebelum dilakukan penelitian, telah dilakukan studi literatur dan diskusi yang dimulai pada bulan Januari 2021. Karakterisasi sampel dilakukan pada Bulan Agustus - September 2021. Pengambilan limbah hasil ekstraksi biji kopi dilakukan di Coffeeshop Excelso Grha Eklun, Kotagede, Yogyakarta. Sintesis C-dots dan pengujian sinar laser dilakukan di Laboratorium Koloid Lantai 2, Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.

Teknik pengumpulan data terbagi menjadi 2 tahap, yaitu tahap sintesis dan tahap karakterisasi. Sintesis C-dots dilakukan dengan memvariasi limbah kopi padat menjadi 5gr, 10gr, 15gr, 20gr, dan 25gr, serta limbah kopi cair menjadi 1mL, 2,5mL, 5mL, 7,5mL, 10mL. Setelah itu dilakukan pemanasan menggunakan oven pada limbah kopi padat dengan suhu 230°C dan pemanasan menggunakan microwave pada limbah kopi cair dengan suhu 200°C masing-masing selama 120 menit. Pada limbah kopi padat, dilakukan perendaman serbuk hasil pemanasan oven dengan akuades selama 14 hari, dan dilakukan penyaringan. Setelah itu, serbuk dipanaskan kembali menggunakan microwave pada suhu 200°C selama 120 menit. Tahap karakterisasi dilakukan dengan melakukan pengujian spektrofotometer UV-Vis pada setiap sampel yang telah disintesis. Karakterisasi UV-Vis pada sampel C-dots dilakukan dalam bentuk larutan dan digunakan akuades sebagai larutan pembandingnya. Dari hasil karakterisasi UV-Vis ini diperoleh grafik hubungan antara panjang gelombang dengan absorbansinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Larutan yang dihasilkan dari sintesis C-dots berbahan dasar limbah hasil ekstraksi biji kopi cair ditunjukkan pada Gambar 1. Dapat diamati dari Gambar 1 bahwa larutan C-dots yang terbentuk berwarna jernih kuning-kecoklatan. Dapat diamati pula semakin besar volume limbah kopi cair, maka semakin pekat pula larutan C-dots yang diperoleh. Sehingga, diperoleh larutan yang paling jernih (masih berwarna kekuningan) adalah pada volume 1 mL dan larutan yang paling keruh (berwarna kuning-kecoklatan) adalah pada volume 10 mL. Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah C-dots yang terbentuk semakin banyak dengan semakin besarnya volume limbah kopi cair.



Gambar 1. Sintesis C-dots limbah kopi cair 1-10mL

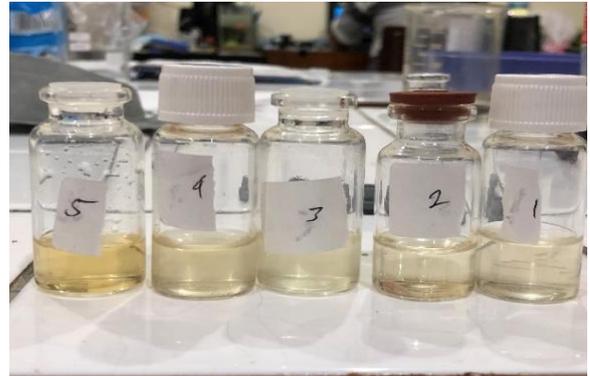
Terdapat 2 tahap utama dalam melakukan sintesis C-dots berbahan dasar limbah hasil ekstraksi biji kopi padat. Tahap pertama ditunjukkan pada Gambar 2, yaitu dengan merendam serbuk limbah kopi padat hasil pemanasan oven dengan cairan akuades selama 14 hari



Gambar 2. Rendaman variasi massa limbah hasil biji kopi padat setelah pemanasan oven (dari kiri) 5 – 25 gr.

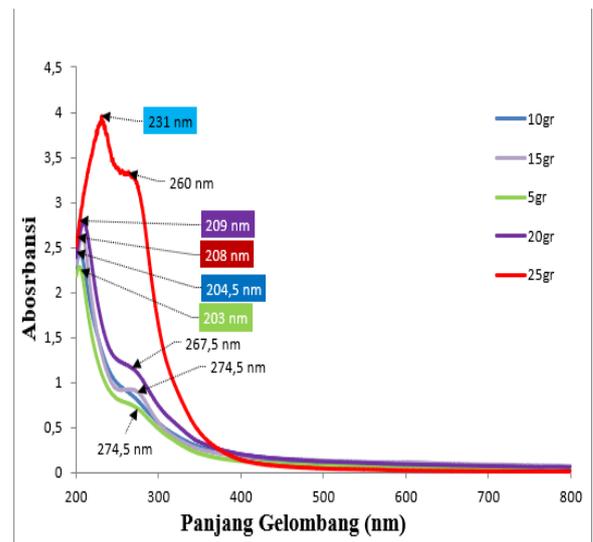
Tahap kedua dilakukan dengan menyaring rendaman tersebut menggunakan kertas saring lalu melakukan pemanasan dengan microwave. Hal ini dapat diamati pada Gambar 3. Dapat diamati dari Gambar 3 bahwa larutan C-dots yang terbentuk berwarna jernih kuning-kecoklatan. Dapat diamati pula semakin besar kandungan massa serbuk limbah kopi padat, maka semakin pekat pula larutan C-dots yang diperoleh. Sehingga, diperoleh larutan yang paling jernih (masih berwarna kekuningan) adalah pada kandungan massa 5 gram dan larutan yang paling keruh (berwarna kuning-

kecoklatan) adalah pada kandungan massa 25 gram. Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah C-dots yang terbentuk semakin banyak dengan semakin besarnya kandungan massa limbah kopi padat.



Gambar 3. C-dots limbah biji kopi padat (dari kanan) 5 – 25 gr.

Hasil sintesis larutan C-dots berbahan dasar limbah ekstraksi biji kopi dikarakterisasi dengan uji spektrofotometer UV-Vis. Hasil karakterisasi C-dots dengan uji UV-Vis ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Grafik panjang gelombang terhadap absorbansi larutan C-dots limbah kopi padat.

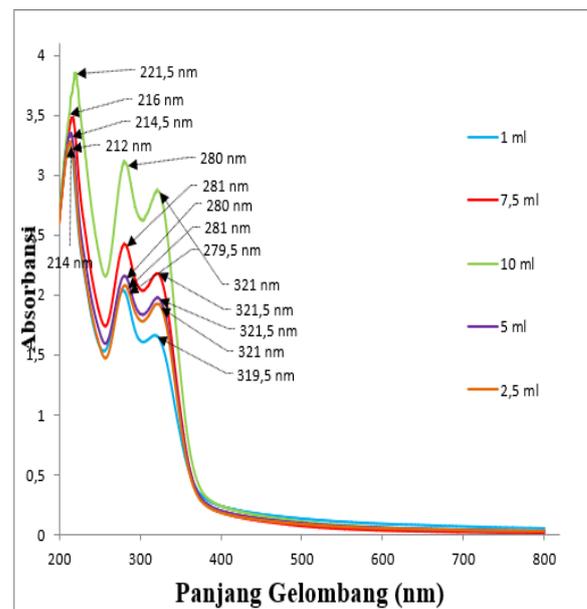
Berdasarkan grafik pada Gambar 4 diketahui bahwa untuk masing-masing variasi massa limbah kopi padat diperoleh satu puncak absorbansi. Puncak absorbansi

pada massa limbah kopi 5 gr berada pada panjang gelombang 203 nm. Pada massa limbah kopi 10 gr, puncak absorbansi larutan berada pada panjang gelombang 204,5 nm. Kemudian pada massa limbah kopi 15 gr, puncak absorbansi larutan berada pada panjang gelombang 208 nm. Sementara itu, pada massa limbah kopi 20 gr puncak absorbansi larutan berada pada panjang gelombang 209 nm, dan pada massa limbah kopi 25 gr puncak absorbansi larutan berada pada panjang gelombang 231 nm.

Berdasarkan hasil uji UV-Vis terdapat satu puncak utama untuk masing-masing variasi massa limbah kopi cair yang berada pada panjang gelombang 203 nm, 204,5 nm, 208 nm, 209 nm, dan 231 nm. Hasil tersebut menunjukkan terjadinya pergeseran puncak ke arah panjang gelombang yang makin panjang. Hal ini disebut sebagai *red shift*. *Red shift* ini dapat mengindikasikan bahwa ukuran partikel C-dots yang terbentuk semakin besar. Selain itu, dapat diamati bahwa semakin besar massa limbah kopi padat, maka semakin besar pula nilai absorbansi pada puncak utama. Hal ini sesuai dengan hukum Lambert-Beer. Dapat diamati pula bahwa ekor dari spektrum UV-Vis untuk semua variasi massa limbah kopi padat memanjang ke arah warna tampak. Sehingga, puncak ini mengindikasikan adanya C-dots dalam larutan yang menyerap energi dari sinar UV paling tinggi pada panjang gelombang tersebut. Puncak utama ini menandakan adanya *core* dari C-dots yang terdiri dari gugus fungsi C = C akibat adanya $\pi \rightarrow \pi^*$.

Selain itu, terdapat pula satu *shouldering peak* untuk variasi massa 5 gr, 15 gr, 20 gr, dan 25 gr. *Shouldering peak* untuk masing-masing massa serbuk limbah kopi padat berada pada panjang gelombang 274,5 nm; 274,5 nm; 267,5 nm; dan 260 nm. Puncak ini dapat mengindikasikan adanya *surface state* penyusun larutan C-dots. Diketahui *surface state* ini terjadi akibat adanya proses hibridisasi antara oksigen dengan material-material penyusun carbon di dalam larutan tersebut (Ding, 2020).

Grafik karakterisasi limbah kopi padat ini juga mendukung hasil dari penembakan larutan C-dots dengan laser UV yang telah dilakukan pada saat proses sintesis. Grafik UV-Vis yang diperoleh tidak menunjukkan adanya nilai absorbansi yang tinggi atau peak pada sinar dengan panjang gelombang yang melebihi sinar UV. Sinar laser merah memiliki panjang gelombang 620 – 750 nm dan sinar laser hijau 496 – 570 nm, sedangkan nilai absorbansi yang tinggi baru dapat diamati pada panjang gelombang sinar UV, yaitu pada panjang gelombang ≤ 380 nm. Maka, larutan C-dots tersebut akan menghamburkan cahaya jika ditembak dengan sinar dengan panjang gelombang di atas panjang gelombang sinar UV. Hal ini menunjukkan partikel-partikel C-dots in mengalami hamburan Rayleigh. Hamburan Rayleigh terjadi saat gelombang elektromagnetik pada panjang gelombang warna tampak berinteraksi dengan partikel yang berukuran lebih kecil dari 1/10 panjang gelombang tersebut. Hal ini terjadi pula untuk hamburan laser hijau oleh larutan C-dots. Selanjutnya, dapat diamati pula bahwa hamburan yang terjadi pada laser hijau lebih besar daripada hamburan yang terjadi pada laser merah. Hal ini disebabkan hamburan Rayleigh sebanding dengan λ^{-4} . Semakin pendek panjang gelombangnya, maka semakin besar hamburan yang terjadi.



Gambar 5. Grafik panjang gelombang terhadap absorbansi larutan C-dots limbah kopi cair.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5 diketahui bahwa untuk masing-masing variasi volume limbah kopi cair diperoleh tiga puncak absorbansi. Puncak absorbansi pada volume limbah kopi 1 ml berada pada panjang gelombang 212 nm; 279,5 nm; dan 319,5 nm. Pada volume limbah kopi 2,5 ml, puncak absorbansi larutan berada pada panjang gelombang 214 nm; 281 nm; dan 321 nm. Kemudian pada volume limbah kopi 5 ml, puncak absorbansi larutan berada pada panjang gelombang 214,5 nm; 280 nm; dan 321,5. Sementara itu, pada volume limbah kopi 7,5 ml puncak absorbansi larutan berada pada panjang gelombang 216 nm; 281 nm; dan 321,5 nm, dan pada volume limbah kopi 10 ml puncak absorbansi larutan berada pada panjang gelombang 221,5 nm; 280 nm; dan 321 nm.

Berdasarkan hasil uji UV-Vis tersebut, terdapat satu puncak utama untuk masing-masing variasi volume limbah kopi yang berada pada panjang gelombang 212 nm, 214 nm, 214,5 nm, 216 nm, dan 221,5 nm. Hasil tersebut sekali lagi menunjukkan pergeseran puncak yang cenderung semakin menuju panjang gelombang yang panjang. Hal ini juga disebut sebagai *red shift*. Puncak ini mengindikasikan adanya C-dots dalam larutan yang menyerap energi dari sinar UV paling tinggi pada panjang gelombang tersebut. Lebih khususnya lagi, puncak ini menunjukkan *core* dari C-dots yang berupa gugus fungsi C=C dengan terjadinya transisi elektronik $\pi \rightarrow \pi^*$. Sedangkan dua puncak lainnya, dapat mengindikasikan adanya *surface state* penyusun larutan C-dots. Diketahui *surface state* ini terjadi akibat adanya proses hibridisasi antara oksigen dengan material-material penyusun karbon di dalam larutan tersebut.

Grafik karakterisasi limbah kopi cair ini juga mendukung hasil dari penembakan larutan C-dots dengan laser yang telah dilakukan pada saat proses sintesis. Untuk penembakan dengan laser UV, terjadi

perubahan panjang gelombang dengan semakin besar volume limbah kopi cair. Semakin besar volume limbah kopi cair, dapat diamati warna panjang gelombang cenderung menjadi warna kekuningan. Hal ini sesuai dengan terjadinya *red shift* pada puncak utama spektrum UV-Vis pada Gambar 5, yakni semakin besar volume limbah kopi cair, maka semakin besar panjang gelombang pada puncak absorbansi. Hal ini dapat menunjukkan bahwa ukuran C-dots yang dihasilkan semakin besar.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa telah dihasilkan C-dots berbahan dasar limbah ekstraksi biji kopi cair dan padat dengan metode pemanasan oven.

Berdasarkan hasil karakterisasi dengan uji spektrofotometer UV-Vis, diperoleh nilai puncak absorbansi pada limbah kopi padat pada rentang panjang gelombang 203 nm untuk variasi massa 5 gr, 204,5 nm untuk variasi massa 10 gr, 208 nm untuk variasi massa 15 gr, 209 nm untuk variasi massa 20 gr, dan 231 nm untuk variasi massa 25 gr. Sedangkan puncak absorbansi pada limbah kopi cair berada pada rentang panjang gelombang 212 nm untuk variasi volume 1 ml, 214 nm untuk variasi volume 2,5 ml, 214,5 nm untuk variasi volume 5 ml, 216 nm untuk variasi volume 7,5 ml, dan 221,5 nm untuk variasi volume 10 ml. Puncak utama pada hasil UV-Vis menunjukkan *core* C-dots.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan berupa saran, dukungan, motivasi, dan semangat sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Terimakasih kepada: Prof. Dr. Heru Kuswanto, M.Si. selaku penguji I, Fika Fauzi, M.Sc. selaku penguji II, dan Wipar Sunu Brams Dwandaru, M.Sc., Ph.D. selaku ketua penguji dan juga dosen pembimbing, serta semua pihak lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alchetron. (2021, September 10). Diambil kembali dari <http://alchetron.com/>
- Almeida A.A., Farah A., Daniela A.M., Elziria, Beatriz M. (2006). Agric Food Chemistry. *Antibacterial activity of coffee extracts and selected coffee chemical compounds against Enterobacteria*, 54(23): 8738-43.
- Baylin A., Hernandez-Diaz S., Campos H. (2006). J. Epidemiology. *Transient exposure to coffee as a trigger of a first nonfatal myocardial infarction*, 17(5): 506-11.
- BestSpy. (2021, September 11). Diambil kembali dari <https://www.bestsy.id/cara-kerja-microwave/>
- BPS. (2021, Agustus 10). Diambil kembali dari <https://www.bps.go.id/>
- Coffeeland. (2021, Agustus 10). Diambil kembali dari <https://coffeeland.co.id>
- Dewi, A.R.C., Aji, M.P., Sulhadi. (2016). Prosiding Seminar Nasional Fisika, vol.5. *Absorbance Spectrum Carbon Nanodots (C-dots) Daun Tembakau*, pp.129-134(p-ISSN: 2339-0654, e-ISSN: 2476-9398).
- E., Saputra. (2008). *KOPI*. Yogyakarta: Harmoni.
- Farida A., Ristanti E., Kumoro. (2013). Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. *Penurunan kadar kafein dan asam total pada biji kopi robusta menggunakan teknologi fermentasi anaerob fakultatif dengan mikroba nopakor*, 2(3): 70-5.
- Irham Falahuddin, Anita Restu Puji Raharjeng, Lekat Harmeni. (2016). Jurnal Bioilmi Vol. 2 No. 2. *PENGARUH PUPUK ORGANIK LIMBAH KULIT KOPI (Coffea Arabica L.) TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KOPI*, 108. CORE.
- Jurnalbumi. (2021, September 7). Diambil kembali dari <https://jurnalbumi.com/>
- Lokadata. (2021, September 7). Diambil kembali dari lokadata.beritagar.id
- M., T. (2017). Chinese Journal of Analytical Chemistry, Vol.45. *Review on Carbon Dots and Their Applications*, pp.139-150.
- Otten. (2021, September 20). Diambil kembali dari <https://majalah.ottencoffee.co.id/>
- Permono Adi Putro, Akhiruddin Maddu. (2019). Vol 4, No. 1. *SIFAT OPTIK CARBON DOTS (C-DOTS) DARI DAUN BAMBUS HASIL SINTESIS HIJAU BERBANTUKAN GELOMBANG MIKRO*, DOI. <https://doi.org/10.17509/wafi.v4i1.15569>.
- Plantamor. (2021, September 8). Diambil kembali dari <http://plantamor.com/>
- S. Widyotomo, Sri M., (2007). Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. *Ekstraksi Kafein Dari Dalam Biji Kopi*, 13-41.
- SelamatPagi. (2021, September 25). Diambil kembali dari <https://www.selamatpagi.id/spektrum-warna/>
- Tempo. (2021, September 7). Diambil kembali dari tekno.tempo.co
- Willy Wijaya, Rini Devijanti Ridwan, Hendrik Setia Budi. (2012). Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi). *Antibacterial ability of arabica (Coffea arabica) and robusta (Coffea canephora) coffee extract on*

Lactobacillus acidophilus, p-ISSN:
1978-3728; e-ISSN: 2442-9740.
Accredited No. 56/DIKTI/Kep./2012.

- X., S. (2017). Trends Analytical Chemistry
ELSEVIER. *Fluorescent Carbon
Dots and Their Sensing Applications*,
pp. 163-180.