

---

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI CARBON NANODOTS BIJI MELINJO  
SEBAGAI FOTOKATALIS PADA LIMBAH TAMBAK UDANG**

***SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF CARBON NANODOTS BIJI MELINJO  
AS PHOTOCATALYST IN SHRIMP POND WASTE***

Sevyani Isna Prasinta\*, Universitas Negeri Yogyakarta  
Wipsar Sunu Brams Dwardaru, Universitas Negeri Yogyakarta  
\* sevyaniisna.2020@student.uny.ac.id

**Abstrak.** Udang menjadi salah satu ekspor terbesar di bidang perikanan dan banyak dibudidayakan. Budidaya tambak udang yang dilakukan menghasilkan limbah akan mempengaruhi lingkungan sekitar. Pada penelitian ini, C-dots disintesis dari biji melinjo (*Gnetum Gnemon* Linn.). Penelitian ini bertujuan untuk i) mensintesis C-dots berbahan dasar biji melinjo menggunakan metode karbonasi suhu rendah dan microwave, ii) mengetahui karakteristik material C-dots berdasarkan uji spektrofotometer ultraviolet visible (UV-Vis), photoluminiscence (PL), particle size analyzer (PSA), dan x-ray diffraction (XRD), iii) mengetahui pengaruh waktu fotokatalis C-dots berbahan dasar biji melinjo pada limbah air tambak udang terhadap nilai absorbansi UV-Vis pada saat fotokatalis, dan iv) mengetahui pengaruh variasi waktu fotokatalis C-dots berbahan dasar biji melinjo pada limbah air tambak udang terhadap hasil nilai uji biochemical oxygen demand (BOD) pada saat fotokatalis. Penelitian ini terbagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap sintesis C-dots biji melinjo, karakterisasi C-dots, dan aplikasi C-dots untuk fotokatalis dengan variasi waktu 0, 30, 60, 90, dan 120 menit yang setelahnya diuji dengan UV-Vis dan BOD. Uji spektrofotometer UV-Vis menunjukkan puncak serapan di panjang gelombang 262 nm. Hasil karakterisasi XRD memberikan informasi bahwa C-dots bersifat amorf. Karakterisasi PL menunjukkan puncak emisi pada panjang gelombang 499 nm dan karakterisasi PSA menunjukkan C-dots memiliki ukuran 101,2 nm. Penggunaan C-dots sebagai fotokatalis terhadap air limbah tambak udang menunjukkan bahwa adanya variasi waktu mempengaruhi penurunan absorbansi maupun nilai BOD air limbah.

**Kata kunci:** biji melinjo, C-dots, fotokatalis, air limbah tambak udang

**Abstract.** Shrimp is one of the largest exports in fisheries and is widely cultivated. Shrimp pond cultivation that is carried out to produce waste will affect the surrounding environment. In this study, C-dots were synthesized from melinjo seeds (*Gnetum Gnemon* Linn.). This study aims to i) synthesize C-dots made from melinjo seeds using low-temperature and microwave carbonation methods, ii) determine the characteristics of C-dots material based on ultraviolet visible (UV-Vis), photoluminiscence (PL), particle size analyzer (PSA), and x-ray diffraction tests (XRD), iii) knowing the effect of photocatalyst time of C-dots made from melinjo seeds on shrimp pond waste water on UV-Vis absorbance value at the time of photocatalyst, and iv) knowing the effect of time variation of C-dots photocatalyst made from melinjo seeds on shrimp pond waste water on the results of biochemical oxygen demand test values (BOD) at the time of photocatalyst. This research is divided into three stages, namely the synthesis stage of C-dots melinjo seeds, characterization of C-dots, and application of C-dots for photocatalysts with time variations of 0, 30, 60, 90, and 120 minutes after which are tested with UV-Vis and

*BOD. The UV-Vis spectrophotometer test showed absorption peaks at a wavelength of 262 nm. The results of XRD characterization provide information that C-dots are amorphous. PL characterization shows emission peaks at a wavelength of 499 nm and PSA characterization shows C-dots have a size of 101.2 nm. The use of C-dots as a photocatalyst for shrimp pond wastewater shows that time variations affect the decrease in absorbance and BOD value of wastewater.*

**Keywords:** *melinjo seeds, C-dots, photocatalyst, shrimp pond wastewater*

## **PENDAHULUAN**

Udang menjadi komoditas unggulan ekspor perikanan Indonesia dengan nilai ekspor sebesar 2,8 miliar dolar AS pada tahun 2023. Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) mencatat pada periode Januari-April 2023, ekspor udang menyentuh angka 567 juta dolar AS, diikuti oleh komoditas tuna, cakalang, dan tongkol dengan nilai ekspor 282 juta dolar AS, serta cumi, sotong, dan gurita dengan nilai ekspor 195 juta dolar AS (Sutrisno, 2023). Kondisi demikian menyebabkan pengembangan budidaya udang yang semakin banyak.

Maraknya budidaya tambak udang akan menimbulkan beberapa masalah di antaranya pencemaran sungai dan pesisir pantai. Pencemaran yang disebabkan oleh limbah tambak udang yang dibuang ke sembarang tempat tanpa adanya pengolahan lanjutan dan dibiarkan bertambah terus-menerus mengakibatkan dampak merugikan bagi lingkungan sekitar. Untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah tambak udang diperlukan pengolahan air limbah tambak udang sebelum nantinya dibuang ke tempat tertentu.

Fotokatalis merupakan proses fotokimia yang membutuhkan cahaya dan katalis untuk mempercepat terjadinya transformasi kimia yang dilakukan dengan penyinaran oleh sinar *ultraviolet* (UV) atau sinar tampak. Salah satu kelebihan dari degradasi dengan fotokatalis adalah tidak membutuhkan metode pengolahan lanjutan dari hasil degradasinya (Rahmah *et al.*, 2021). Selain itu, pengolahan limbah menggunakan fotokatalis dapat dilakukan dengan bahan alam. Salah satu bahan yang dapat digunakan dalam fotokatalis adalah nanopartikel.

Nanopartikel menjadi salah satu produk nanoteknologi yang belakangan ini banyak dikembangkan oleh para ilmuwan di bidang material. C-dots merupakan material nanopartikel yang berdimensi nol dan berukuran di bawah 10 nm. Karena fotostabilitasnya yang tinggi, kemudahan sintesis, fungsionalisasi permukaan, biokompatibilitas yang baik, dan komposisi yang dapat diatur, C-dots telah menemukan potensi besar dalam berbagai aplikasi, seperti nano-probe, perangkat optoelektronik, katalisis, dan biomedis (Miao *et al.*, 2020). Keunggulan lain dari C-dots diantaranya sifatnya yang inert, mudah larut dalam air, tidak beracun, memiliki pendaran, serta ramah lingkungan (Baker & Baker, 2010). C-dots dapat dibuat dari bahan-bahan alam, salah satunya biji melinjo (*Gnetum Gnemon Linn.*) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan nanomaterial.

Tanaman melinjo merupakan tanaman yang masih banyak ditemukan di beberapa wilayah di Indonesia. Tanaman ini merupakan tanaman yang berbuah setiap saat, sehingga biji dari tanaman ini sendiri akan sangat mudah ditemukan. Tanaman melinjo mempunyai banyak kegunaan, mulai dari daun hingga biji tanaman melinjo sendiri. Tumbuhan melinjo baik daun, kulit, maupun biji melinjo mengandung senyawa antioksidan seperti likopen dan karotenoid (Suci, 2015).

Melinjo banyak dibudidayakan di Indonesia, tetapi pemanfaatannya sangat kurang, hanya terbatas sebagai sayur dan bahan baku pembuatan emping (Dewi *et al.*, 2012). Bagian dari tumbuhan melinjo yang paling banyak dimanfaatkan adalah biji melinjo. Biji melinjo memiliki khasiat bagi kesehatan seperti dapat mencegah anemia, meningkatkan stamina, mengatasi hipertensi, mencegah penyakit jantung, dan lain-lain. Selain itu, biji melinjo dapat

dijadikan sebagai bahan alternatif pembuatan nanopartikel.

Dalam penelitian ini, C-dots menjadi bahan dalam proses fotokatalis. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah C-dots biji melinjo mampu digunakan dalam proses fotokatalis limbah air tambak udang. Proses pengujian fotokatalis dilakukan dengan variasi waktu, yaitu 0 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Penelitian ini memberikan informasi mengenai proses sintesis C-dots berbahan dasar biji melinjo dan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer *ultraviolet-visible* (UV-Vis), *X-ray diffraction* (XRD), *photoluminescence* (PL), dan *particle size analyzer* (PSA). Selain itu, dilakukan pengujian hasil fotokatalis dengan spektrofotometer UV-Vis dan pengujian *biochemical oxygen demand* (BOD).

## **METODE**

### **Alat dan Bahan**

Berbagai alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah timbangan digital dengan ketelitian 0,1 g (1 buah), oven merek KIRIN HBO-190LW dengan batas ukur 250 oC (1 buah), microwave merek SHARP (1 buah), mesin ultrasonic cleaner (1 buah), loyang (1 buah), aluminium foil (1 rol), mortar dan alu (1 buah), gelas beaker 250 ml (1 buah), kertas saring (1 lembar), erlenmeyer 250 ml dan corong kaca (1 buah), spatula (1 buah), pipet tetes (1 buah), botol sampel 10 ml (10 buah), magnetic stirrer (1 buah), gelas beaker 1000 ml (1 buah), plastic wrapping (1 rol), botol plastik 250 ml (7 buah), mesin stirrer (1 buah), biji melinjo (100 g), limbah tambak udang (1 L), dan aquades (1 L).

### **Tahap Sintesis C-dots**

Menjemur biji melinjo selama 2 hari kemudian memasukkan ke dalam oven pada suhu 200 oC selama 3 × 60 menit. Menumbuk biji sampai menjadi serbuk yang kemudian dilarutkan pada aquades sebanyak 400 ml. Setelah dilarutkan masukan ke dalam ultrasonikator selama 60 menit kemudian disaring. Larutan hasil saringan dimasukkan ke dalam microwave dengan suhu medium-high sampai terbentuk karamel. C-dots tersebut kemudian dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis, PSA, PL, dan XRD.

### **Tahap Aplikasi Fotokatalis**

Pada tahap ini C-dots dilarutkan ke dalam 250 ml aquades dan diambil 50 ml kemudian dicampurkan pada limbah air tambak udang sebanyak 1000 ml. larutan kemudian dimasukkan ke dalam box penyinaran lampu UV selama 120 menit. Kemudian mengambil 200 ml sampel setiap 30 menit sekali. Sampel kemudian di uji UV-Vis dan BOD.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Sintesis C-dots Berbahan Dasar Biji Melinjo**

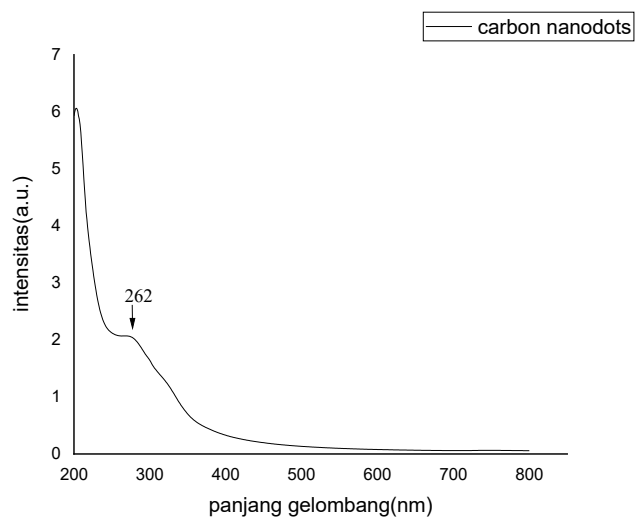
Pengujian C-dots dapat dilakukan dengan cara sederhana yaitu menyinari sampel menggunakan laser UV. C-dots yang dilarutkan ke dalam aquades lalu disinari oleh laser UV memancarkan cahaya. Hasil pendaran akibat penyinaran sinar UV berupa pendaran berwarna hijau (Gambar 11(b)). Pendaran ini terjadi karena adanya proses eksitasi dan deeksitasi yang menyebabkan terjadinya pelepasan energi berupa pancaran gelombang elektromagnetik.



Gambar 1. Hasil sintesis C-dots: (a) C-dots biji melinjo dan (b) pendaran C-dots biji melinjo.

### Hasil Karakterisasi Spektrofotometer UV-Vis

Karakterisasi ini digunakan untuk mengetahui pola absobansi dari sampel yang diuji. Hasil karakterisasi UV-Vis merupakan grafik absorbansi terhadap panjang gelombang (Gambar 2). Pengukuran spektrofotometer UV-Vis yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan panjang gelombang pada rentang 200 - 800 nm.

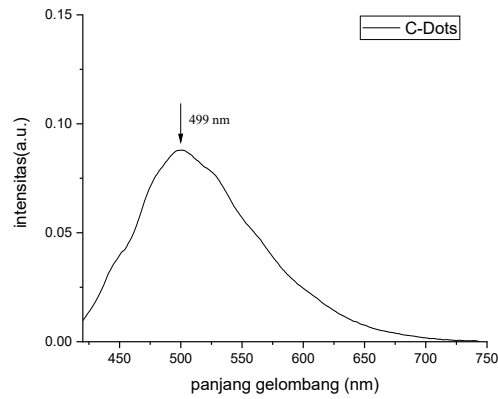


Gambar 2. Hasil karakterisasi C-dots dengan spektrofotometer UV-Vis.

Hasil karakterisasi UV-Vis C-dots menunjukkan adanya puncak absorbansi pada daerah UV. Nilai absorbansi pada C-dots biji melinjo menghasilkan 1 puncak bahu dengan panjang gelombang 262 nm. Puncak absorbansi pada grafik menunjukkan bahwa sampel mengalami transisi elektronik (eksitasi) akibat menyerap energi dari panjang gelombang sumber radiasi. Sintesis C-dots berbahan dasar biji melinjo dapat dikatakan berhasil karena menurut Sari *et al.* (2020) C-dots yang disintesis dengan metode fisika dan kimia menunjukkan puncak absorbansi pada rentang panjang gelombang 257 nm - 320 nm yang merupakan rentang UV untuk spektrofotometer UV-Vis.

### Hasil Karakterisasi PL

Pengujian PL dilakukan pada rentang panjang gelombang 420 nm - 800 nm. Hasil karakterisasi PL dapat dilihat pada Gambar 3.

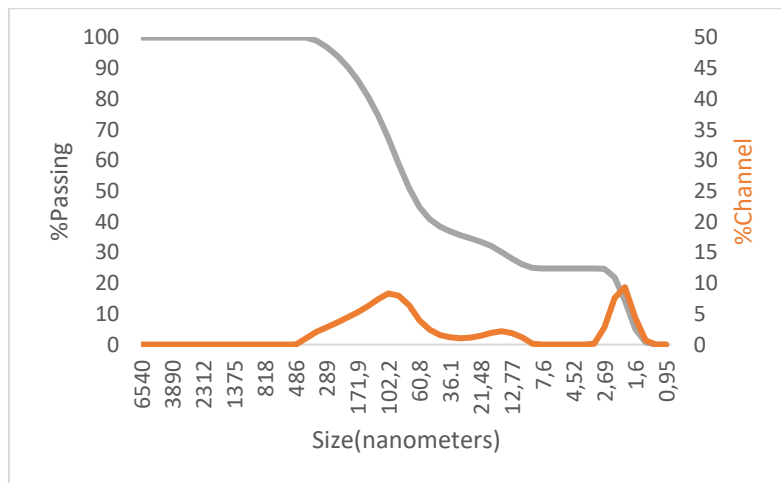


Gambar 3. Hasil karakterisasi C-dots dengan PL.

Gambar 3 menunjukkan sampel C-dots memiliki puncak dominan pada panjang gelombang tertentu. Panjang gelombang yang diperoleh dari karakterisasi PL yaitu 499 nm dengan warna yang dihasilkan biru kehijauan. Pendaran warna cyan memiliki rentang panjang gelombang 485 nm - 510 nm. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menghasilkan warna pendaran C-dots pada rentang warna biru sampai hijau (Fadli, 2018).

### Hasil Karakterisasi PSA

Karakterisasi PSA digunakan untuk mendeteksi ukuran partikel suatu sampel. Hasil karakterisasi PSA dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil karakterisasi PSA.

Tabel 1. Data hasil karakterisasi PSA.

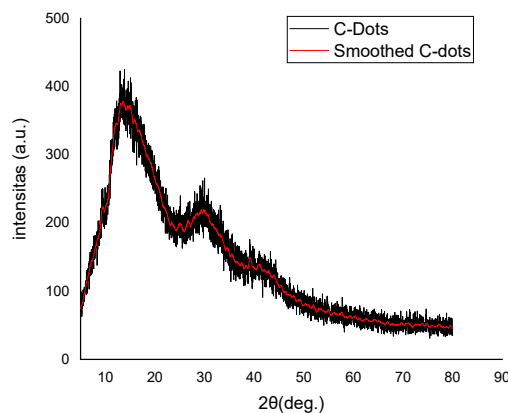
<i>Peaks Summary</i>	
Dia (nm)	vol%
101,2	66,6
14,03	8,6
1,84	24,3

Hasil karakterisasi PSA menunjukkan bahwa C-dots berbahan dasar biji melinjo menunjukkan adanya tiga puncak grafik dengan volume yang berbeda (Tabel 1). Puncak

pertama terukur pada 101,2 nm dengan volume 66,6%, puncak kedua terukur pada 14,03 nm dengan volume 8,6% dan puncak ketiga terukur pada 1,84 nm dengan volume sebesar 24,3%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar partikel memiliki ukuran 101,2 nm yang ditandai dengan persentase volume paling banyak. Pada kajian pustaka telah dijelaskan bahwa C-dots adalah material yang memiliki ukuran kurang dari 10 nm (Sari *et al.*, 2020), namun hasil karakterisasi yang didapat menunjukkan bahwa C-dots memiliki ukuran yang besar yaitu 101,2 nm. Hal ini dikarenakan pada metode sintesis C-dots dilakukan dengan metode pemanasan langsung menggunakan oven, sehingga masih memungkinkan adanya unsur selain karbon yang masih tersisa (Yoanto & Dwandaru, 2021).

### Hasil Karakterisasi XRD

Karakterisasi ini bertujuan untuk mengetahui kristalinitas dari suatu bahan atau sampel. Hasil dari karakterisasi C-dots berbahan dasar biji melinjo menggunakan XRD dapat dilihat pada Gambar 5.

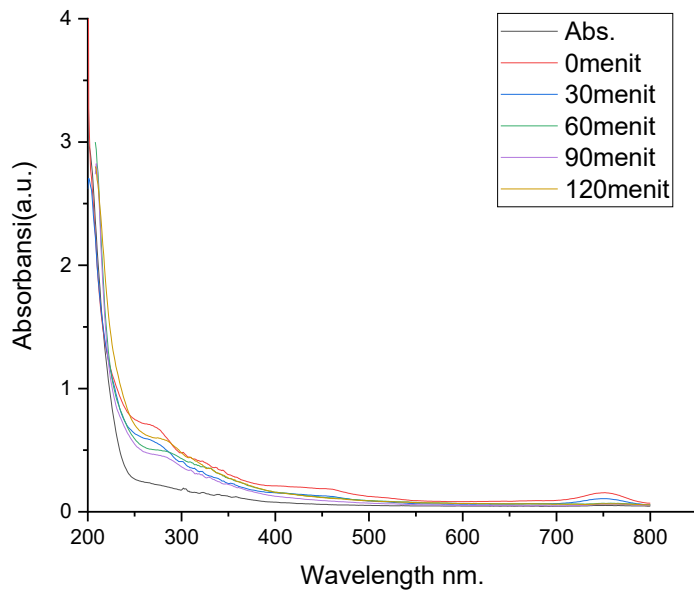


Gambar 5. Grafik hasil karakterisasi C-dots menggunakan XRD.

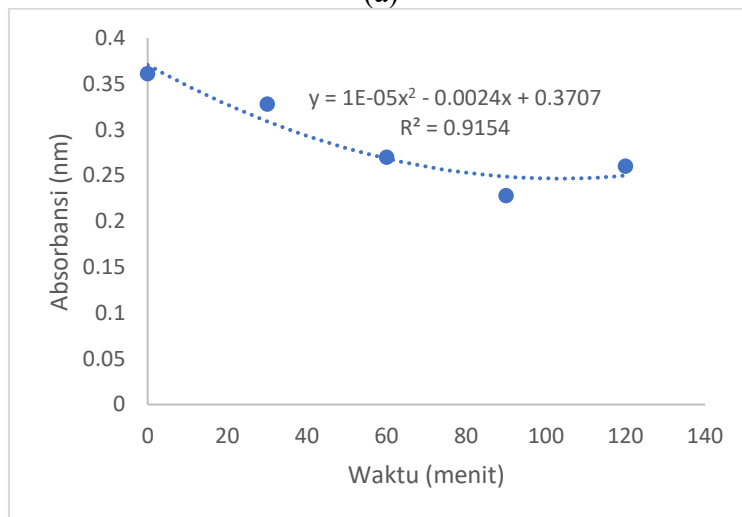
Berdasarkan hasil yang diperoleh, terdapat dua puncak difraksi utama yang berada di sekitar  $13,46^\circ$  dan  $29,76^\circ$ . Hal ini menunjukkan bahwa C-dots berbahan dasar biji melinjo memiliki struktur karbon yang amorf.

### Hasil Spektrofotometer UV-Vis untuk Fotokatalis

Hasil percobaan menunjukkan bahwa nilai absorbansi pada air limbah tambak udang yang ditambahkan larutan C-dots mengalami penurunan walau tidak signifikan. Hal ini dapat disebabkan oleh terjadinya kontaminasi pada saat pengujian. Hasil uji UV-Vis pada fotokatalis air limbah tambak udang dapat dilihat pada Gambar 6(a).



(a)



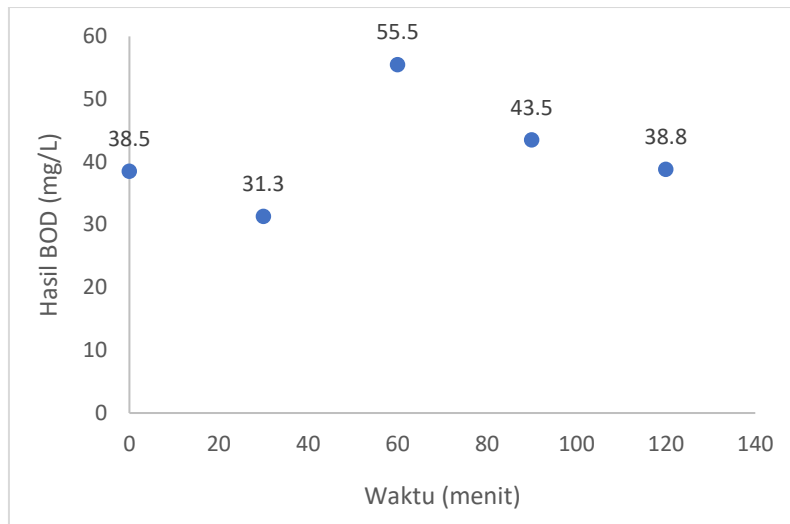
(b)

Gambar 6. Hasil uji UV-Vis untuk fotokatalis: (a) hubungan absorbansi dengan panjang gelombang dan (b) hubungan absorbansi dengan waktu fotokatalis.

Gambar 6(b) menunjukkan hasil pengolahan air limbah tambak udang melalui reaksi fotokatalis pada variasi waktu penyinaran. Nilai absorbansi cenderung mengalami penurunan yang sebanding dengan lama waktu penyinaran. Penurunan nilai absorbansi air limbah ini disebabkan oleh adanya reaksi fotodegradasi.

### Hasil Uji BOD

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan oksigen pada sampel uji. Dari uji tersebut didapatkan hasil bahwa terdapat penurunan nilai BOD dari sampel murni ke beberapa sampel hasil fotokatalis. Hasil pengujian BOD dapat dilihat pada Gambar 7. Semua sampel yang telah ditambah C-dots dan mengalami fotokatalis memiliki nilai BOD yang lebih kecil dari sampel limbah tambak udang murni kecuali untuk waktu fotokatalis 60 menit.



Gambar 7. Hasil uji BOD fotokatalis limbah dengan C-dots.

Adanya penurunan nilai hasil uji BOD disebabkan adanya reaksi fotodegradasi yang terjadi saat proses fotokatalis. Proses fotodegradasi diawali dengan loncatan elektron dari pita valensi ke pita konduksi sehingga menghasilkan lubang *hole* yang kemudian bereaksi dengan air menghasilkan OH. Sementara,  $e^-$  bereaksi dengan oksigen membentuk superoksida dan bereaksi dengan air menghasilkan OH yang akan mendegradasi senyawa organik menjadi senyawa yang ramah lingkungan (Suryandari *et al.*, 2019).

Air limbah tambak udang sebelum dilakukan pengolahan dengan metode fotokatalis memiliki nilai uji BOD sebesar 46 mg/L. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan air limbah yang dilakukan dengan proses fotokatalis mampu menurunkan nilai BOD dari kondisi awal air limbah. Akan tetapi, pada penyinaran menit ke 60 nilai BOD mengalami kenaikan yang cukup besar walaupun kembali mengalami penurunan di menit selanjutnya. Adanya kenaikan nilai BOD dapat disebabkan adanya kontaminan pada saat pengujian dilakukan. Hasil penurunan nilai BOD terbaik terjadi pada penyinaran menit ke 30 yang ditunjukkan dengan hasil uji BOD sebesar 31,3 mg/L.

## SIMPULAN

Pengaruh waktu fotokatalis C-dots berbahan dasar biji melinjo pada limbah air tambak udang terhadap nilai absorbansi UV-Vis pada saat fotokatalis menunjukkan semakin lama waktu penyinaran maka nilai absorbansi akan semakin menurun, namun di menit 120 nilai absorbansi mengalami sedikit kenaikan.

Pengaruh waktu fotokatalis C-dots berbahan dasar biji melinjo pada limbah air tambak udang terhadap nilai BOD pada saat fotokatalis menunjukkan adanya penurunan nilai BOD pada menit ke 30 dan mengalami kenaikan di menit ke 60 sebesar 55,5 ml/L yang kemudian mengalami penurunan kembali pada menit selanjutnya. Nilai BOD yang terkecil diperoleh saat waktu fotokatalis 30 menit dengan nilai 31,3 mg/L.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.



## DAFTAR PUSTAKA

- Baker, S. N., & Baker, G. A. (2010). Luminescent Carbon Nanodots: Emergent Nanolights. *Angewandte Chemie International Edition*, 49(38), 6726–6744. <https://doi.org/10.1002/anie.200906623>
- Dewi, C., Utami, R., & nur Her Riyadi P. (2012). AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIMIKROBA EKSTRAK MELINJO (*Gnetum gnemon L.*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, V(2), 73–81.
- Fadli, A. L. (2018). *SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOMATERIAL CARBON-DOT, CARBON-DOT/SULFUR, DAN CARBON-DOT/SILVER NANOPARTICLE BERBAHAN DASAR BUAH NAMNAM (Cynometra cauliflora L) DENGAN METODE PENGGORENGAN BERBASIS MINYAK.*
- Miao, S., Liang, K., Zhu, J., Yang, B., Zhao, D., & Kong, B. (2020). Hetero-atom-doped carbon dots: Doping strategies, properties and applications. *Nano Today*, 33, 100879. <https://doi.org/10.1016/j.nantod.2020.100879>
- Rahmah, A. N. A., Ashfiya, B. I. A. Al, & Rizki, M. (2021). INOVASI PENJERNIHAN LIMBAH PABRIK TAHU BERTEKNOLOGI CARBON NANODOTS SEBAGAI FOTOKATALIS RAMAH LINGKUNGAN. *Jurnal Ilmiah Penalaran Dan Penelitian Mahasiswa*, 5(2), 40–49.
- Sari, E. K., Sekartaji, D., Rahmah, A. N. A., & Dwandaru, W. S. B. (2020). Nanomaterial Carbon-Dots Berbahan Dasar Daun Sirih (*Piper Betle L.*) Sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri *S. Mutans* dan *E. Coli*. *POSITRON*, 10(2), 26. <https://doi.org/10.26418/positron.v10i2.41731>
- Suci, P. R. (2015). PENGARUH PROSES PENGOLAHAN BIJI MELINJO (*Gnetum gnemon L.*) TERHADAP KADAR TOTAL LIKOPEN DAN KAROTEN DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI-Vis. *Jurnal Wiyata*, 151–156.
- Suryandari, A. S., Mustain, A., Pratama, D. W., & Maula, I. (2019). Studi Aktivitas Reaksi Fotokatalisis Berbasis Katalis TiO<sub>2</sub>-Karbon Aktif Terhadap Mutu Air Limbah Power Plant. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 3(2), 95–101.
- Sutrisno, E. (2023, March 12). *Gencar Membidik Pasar Ekspor Perikanan*. Portal Informasi Indonesia. <https://indonesia.go.id/kategori/editorial/6924/ministry-of-marine-affairs-and-fisheries-targets-us-7-66-billion-fisheries-export-in-2023?lang=2?lang=1>
- Yoanto, D. S., & Dwandaru, W. S. B. (2021). *Preparasi dan Karakterisasi Carbon Nanodots Berbahan Dasar Limbah Daun Kering sebagai Zat Aditif pada Pembuatan Cat Akrilik* (pp. 48–53).