

**SINTESIS HIJAU NANOPARTIKEL ARANG AKTIF BERBAHAN LIMBAH  
TEMPURUNG KELAPA SERTA MANFAATNYA DALAM  
MENURUNKAN BAU DARI KOTORAN AYAM**

***SYNTHESIS OF GREEN ACTIVATED CHARCOAL NANOPARTICLES FROM  
COCONUT SHELL WASTE AND ITS BENEFITS IN REDUCING  
THE ODOR FROM CHICKEN DUNG***

Zada Nabila Sausanti\*, Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta  
Wipzar Sunu Brams Dwandaru, Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Negeri  
Yogyakarta

\*e-mail: [zadal184fmipa.2022@student.uny.ac.id](mailto:zadal184fmipa.2022@student.uny.ac.id)

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis *Carbon Dots* (C-Dots) berbahan limbah tempurung kelapa dengan metode *two-step low heating* (TSLH), menentukan karakteristik C-Dots berbahan dasar tempurung kelapa menggunakan uji photoluminescence (PL), particle size analyzer (PSA), spektrofotometer ultraviolet-visible (UV-Vis), fourier transform infrared (FTIR), dan X-ray diffraction (XRD), serta menentukan pengaruh larutan C-Dots pada kotoran ternak ayam dengan variasi massa C-Dots berdasarkan gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Proses sintesis C-Dots dimulai dengan pengolahan tempurung kelapa menjadi serbuk yang dicampurkan dengan aquadest dan dilakukan sonikasi. Larutan C-Dots disaring dan dipanaskan menggunakan microwave. Aplikasi C-Dots ini adalah kemampuannya dalam menurunkan bau kotoran ayam, di mana penelitian ini melibatkan dua perlakuan yaitu: larutan kotoran ayam tanpa perlakuan C-Dots dan larutan dengan perlakuan C-Dots. Hasil karakterisasi C-Dots dilakukan dengan mengukur cahaya emisi menggunakan uji PL yang menghasilkan cahaya berwarna cyan dengan puncak emisi pada 507,2 nm. Pengujian PSA dilakukan untuk mengamati ukuran partikel sebesar 2,97 nm yang sesuai dengan karakteristik C-Dots, sedangkan uji UV-Vis digunakan untuk menentukan absorbansi pada puncak 256,3 nm. Uji FTIR dilakukan untuk menentukan gugus fungsi, yang mengandung adanya gugus O-H, C-H, C-O, dan C=C. Analisis XRD menunjukkan bahwa C-Dots amorf. Selain itu, aplikasi C-Dots pada kotoran ayam diuji dengan GCMS untuk mengidentifikasi kadar senyawa, yang menunjukkan penurunan konsentrasi  $\text{NH}_3$ . Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa C-Dots yang dihasilkan dari tempurung kelapa efektif sebagai adsorben.

**Kata Kunci:** *C-Dots, tempurung kelapa, gas  $\text{NH}_3$ , kotoran ayam.*

**Abstract.** *This study aims to synthesize Carbon Dots (C-Dots) made from coconut shell waste using the two-step low heating (TSLH) method, determine the characteristics of coconut shell-based C-Dots using photoluminescence (PL) tests, particle size analyzer (PSA), ultraviolet-visible (UV-Vis) spectrophotometer, fourier transform infrared (FTIR), and X-ray diffraction (XRD), and determine the effect of C-Dots solution on chicken manure with variations in C-Dots mass based on Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The C-Dots synthesis process begins with processing coconut shells into powder mixed with distilled water and sonicated. The C-Dots solution is filtered and heated with a microwave.*

*The application of C-Dots is its ability to reduce the odor of chicken manure, where this study involved two treatments, namely: chicken manure solution without C-Dots treatment and solution with C-Dots treatment. The results of the C-Dots characterization were carried out by measuring the emission light using a PL test that produces cyan colored light with an emission peak at 507.2 nm. The PSA test was carried out to observe the particle size of 2.97 nm which corresponds to the characteristics of C-Dots, while the UV-Vis test was used to determine the absorbance at the peak of 256.3 nm. The FTIR test was carried out to determine the functional groups, which contain the presence of O-H, C-H, C-O, and C=C groups. XRD analysis showed that the C-Dots were amorphous. In addition, the application of C-Dots to chicken manure was tested with GCMS to identify the compound levels, which showed a decrease in the concentration of NH<sub>3</sub>. The results of this study indicate that C-Dots produced from coconut shells are effective as adsorbents.*

***Kata Kunci: C-Dots, coconut shell, gas NH<sub>3</sub>, chicken manure.***

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan salah satu penghasil kelapa terbesar di dunia, menghasilkan limbah tempurung kelapa yang sangat banyak. Limbah kelapa ini seringkali belum dimanfaatkan secara optimal, padahal berpotensi menjadi sumber pendapatan tinggi jika diolah dengan tepat. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat, produksi kelapa pada tahun 2021 sampai 2023 mencapai 2,85 juta ton hingga 2,89 juta ton kelapa. Produksi limbah tempurung kelapa yang dihasilkan di Indonesia mengalami kenaikan sekitar 1,40% setiap tahunnya.

Tempurung merupakan lapisan keras yang terdiri dari lignin, selulosa, metoksil dan berbagai mineral. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat (SiO<sub>2</sub>) yang cukup tinggi kadarnya pada tempurung (Purnamasari et al., 2023). Padahal limbah tempurung kelapa mengandung senyawa selulosa, lignin dan hemiselulosa. Senyawa-senyawa tersebut dapat dimanfaatkan menjadi karbon dimana karbon dapat diubah menjadi nanomaterial *Carbon Dots* (C-Dots) melalui proses karbonisasi dan pirolisis (Nisa, 2024).

Di sisi lain, kotoran ternak ayam memiliki manfaat sebagai pupuk organik karena memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium (Detuage et al, 2023). Namun, kotoran ternak ayam juga menghasilkan senyawa volatil seperti amoniak (NH<sub>3</sub>) dan hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S).

Namun, penelitian terbaru menunjukkan bahwa nanomaterial C-Dots menawarkan alternatif yang lebih ramah lingkungan dan hemat biaya. Meskipun C-Dots telah disintesis dari berbagai biomassa dan menunjukkan potensi adsorpsi yang tinggi, belum ada penelitian yang secara spesifik memanfaatkan limbah tempurung kelapa sebagai bahan baku C-Dots melalui metode green synthesis sederhana dengan metode TSLH, dan secara langsung menguji larutan sebagai adsorben untuk menurunkan gas NH<sub>3</sub> dari kotoran ternak ayam menggunakan uji GCMS. Penelitian ini berupaya mengisi inovasi tersebut dengan mengolah limbah bernilai rendah menjadi bernilai tinggi, sekaligus memberikan solusi berkelanjutan bagi penanganan bau peternakan. Berdasarkan latar belakang ini, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensintesis dan mengkarakterisasi C-Dots dari limbah tempurung kelapa, serta menurunkan bau NH<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>S pada kotoran ternak ayam.

## METODE

### Alat dan Bahan

Berbagai alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah gelas beaker 500 ml (2 buah), gelas beaker 250 ml (2 buah), gelas beaker 150 ml (2 buah), gelas beaker 50 ml (2 buah), labu ukur 250 ml (1 buah), funnel filtrasi kaca (1 buah), funnel filtrasi plastik (1 buah), timbangan digital dengan ketelitian 0,1 g (1 buah), mortar (1 buah), blender merek miyako (1 buah), saringan dengan ukuran 200 mesh (1 buah), oven merek kirin (1 buah), Loyang kotak (1 buah), ultrasonic bath sonikator (1 buah), microwave merek SHARP R223MA-BK (1 buah), kertas saring (1 pack), syringe dengan ukuran 0,22 (4 buah), plastik *wrap* (1 roll), kertas aluminium foil (1 roll), botol vial 10 ml (10 buah), limbah tempurung kelapa (100 gram), dan aquades (500 ml).

### Tahap Sintesis C-Dots

Mencuci dan membersihkan tempurung kelapa dari serabut yang masih menempel, kemudian dijemur di bawah sinar matahari selama seminggu dengan durasi 10 jam. Setelah kering, tempurung kelapa ditimbang massanya, lalu dihancurkan menjadi potongan kecil agar proses pemanasan dapat berlangsung secara merata. kemudian dilakukan proses karbonisasi dengan metode TSLH pada suhu 250 °C selama satu jam, kemudian ditumbuk hingga menjadi serbuk kasar. Hasil proses karbonisasi ditumbuk menggunakan mortar hingga halus. Serbuk halus kemudian dilarutkan ke dalam 500 mL aquades, diikuti dengan proses sonikasi (10 x 10 menit dengan jeda 2 menit). Hasil ekstraksi selanjutnya difiltrasi dan larutan filtrat dimasukkan ke dalam *microwave* selama 3 menit untuk menghasilkan serbuk C-Dots. C-Dots kemudian dikarakterisasi menggunakan PL, UV-Vis, PSA, XRD dan FTIR.

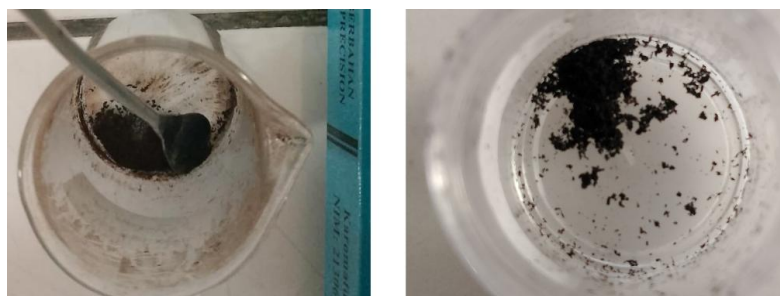
### Tahap Aplikasi C-Dots sebagai Menurunkan Bau dari Kotoran Ayam

Proses tahap aplikasi dilakukan dengan menggunakan dua sampel, sampel pertama terdiri dari 1 gram kotoran ayam yang di larutkan dengan methanol ke dalam botol vial 10 ml. sampel kedua, terdiri dari 5 ml larutan C-Dots ditambah dengan 5 ml larutan kotoran ayam ke dalam botol vial 10 ml. Sampel kemudian di uji GCMS untuk mengukur perubahan senyawa *volatile*, khususnya NH<sub>3</sub>.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Sintesis

Sintesis C-Dots dari tempurung kelapa menggunakan metode TSLH. Hasil sintesis berupa serbuk padatan berwarna coklat kehitaman yang tidak berbau dan mudah didispersikan dalam pelarut aquades. C-Dots yang dihasilkan dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Serbuk C-Dots

Warna coklat kehitaman ini secara ilmiah menunjukkan bahwa material telah terkarbonisasi dengan baik, dan intensitas warna disebabkan adanya konjugasi elektron yang luas pada struktur C-Dots, sesuai dengan hasil penelitian oleh Anuar (2021). Kejernihan C-Dots membuktikan sifat kelarutan aquades yang baik, didukung oleh terbentuknya gugus hidrofilik (seperti gugus hidroksil dan karboksil) di permukaannya. Keberhasilan pembentukan C-Dots memundulkan sifat fluoresensi yang dihasilkan saat larutan disinari sinar UV, memberikan pendaran berwarna *cyan* dapat diamati pada Gambar 2.



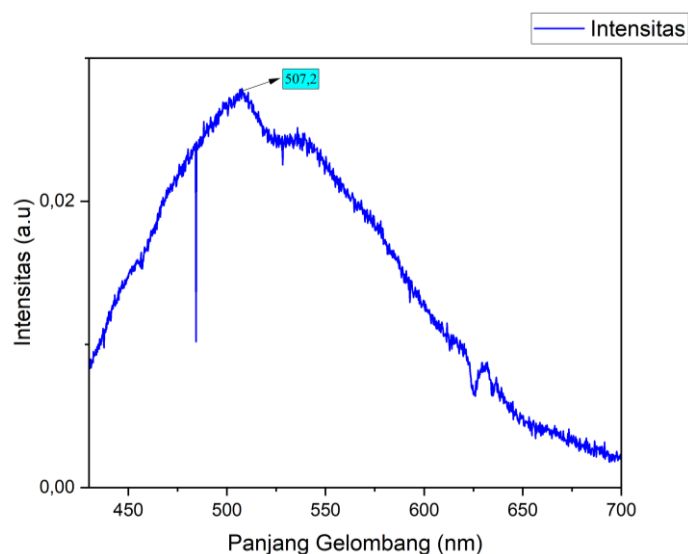
**Gambar 2. Pendaran Cahaya pada C-Dots**

Gambar 2 menunjukkan bahwa warna pada sampel C-Dots yang disintesis menggunakan metode TSLH ketika disinari dengan lampu UV. Dapat diamati terjadinya pendaran warna cyan. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa pengujian kualitatif ini menunjukkan berhasilnya C-Dots disintesis menggunakan metode TSLH. Selain dengan metode TSLH, larutan C-Dots juga dilakukan pengujian dengan alat PL, UV-Vis, PSA, XRD dan FTIR.

### Hasil Karakterisasi C-Dots

#### 1. Uji *Photoluminescence* (PL)

Secara fisika, fenomena PL terjadi ketika elektron dalam material C-Dots tereksitasi oleh sinar UV. Saat elektron kembali ke keadaan dasar, mereka mengeluarkan energi dalam bentuk foton, yang dapat dilihat sebagai cahaya pada panjang gelombang tertentu (Sahara, 2025).

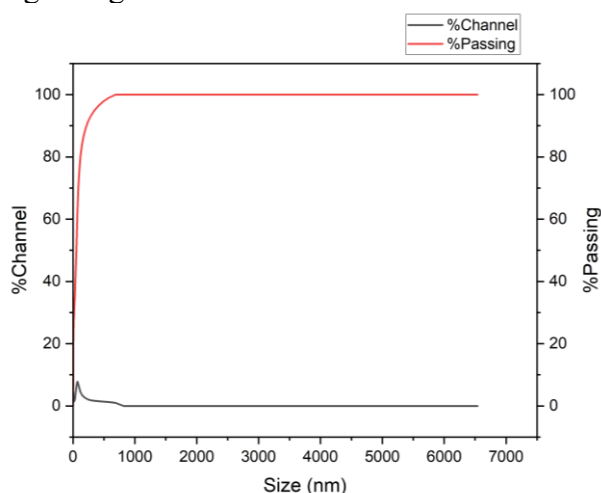


**Gambar 3. Hasil Uji PL**

Gambar 3. C-Dots diperoleh puncak intensitas pada panjang gelombang 507,2 nm, berada dalam rentang warna *cyan*. Pendaran ini terjadi akibat proses eksitasi elektron oleh sinar UV yang kemudian kembali ke keadaan dasar untuk melepaskan energi dalam bentuk cahaya.

## 2. Uji Particle Size Analyzer (PSA)

Setelah dilakukan pengujian PL, selanjutnya dilakukan dengan pengujian PSA. Jika pengujian PL mengukur transisi dari keadaan tereksitasi ke keadaan dasar, maka PSA mengukur distribusi ukuran partikel C-Dots dalam larutan. Hasil karakterisasi PSA menunjukkan pada grafik gambar 4 bawah.



**Gambar 4. Hasil Uji PSA**

Tabel 1. ditunjukkan presentase volume atau distribusi partikel terbanyak dengan ukuran tertentu dan ditampilkan dalam bentuk *summary of peaks*. Hasil menunjukkan ukuran partikel hidrodinamik yang mendominasi sebesar 67,6 nm dengan volume 79,8%, dan ukuran terkecil yang terukur 2,97 nm dengan volume 20,2%. Distribusi ini menggambarkan keberhasilan metode sintesis menghasilkan partikel nano yang cukup homogen.

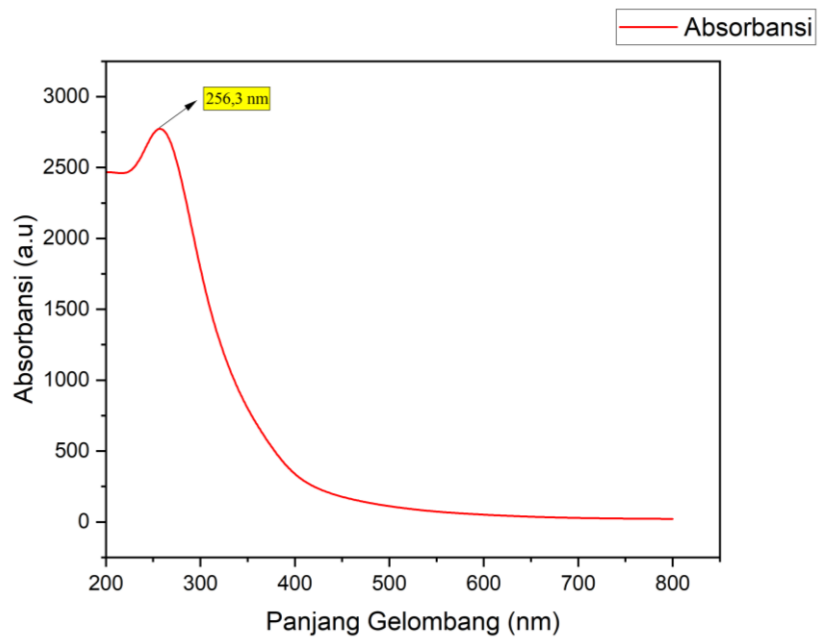
**Tabel 1. Peak Summary Uji PSA**

Peaks Summary		
Dia(nm)	Vol%	Width
67.6	79.8	151.8
2.97	20.2	1.84

Hasil ini diperoleh menggunakan metode TSLH, penggunaan metode dapat menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil dengan jumlah atau volume lebih banyak.

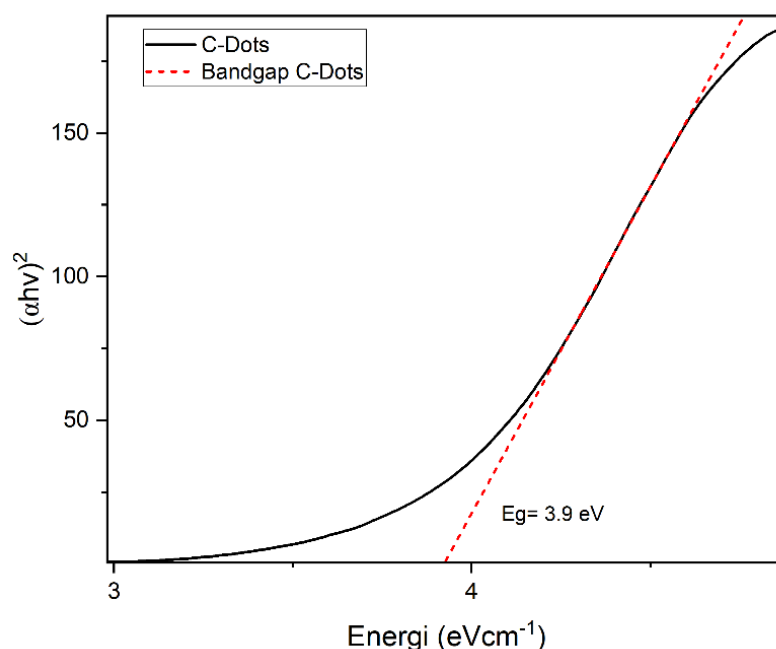
## 3. Uji Spektrofotometer UV-Vis

Spektroskopi UV-Vis merupakan teknik analisis untuk mengukur interaksi antara cahaya UV dan tampak (200–800 nm) dengan materi, berdasarkan jumlah cahaya yang diserap sampel. Spektrum yang dihasilkan memberikan informasi kualitatif dan kuantitatif, seperti gugus fungsi, konsentrasi, dan kemurnian sampel.



**Gambar 5. Hasil Uji Spektrofotometer UV-Vis**

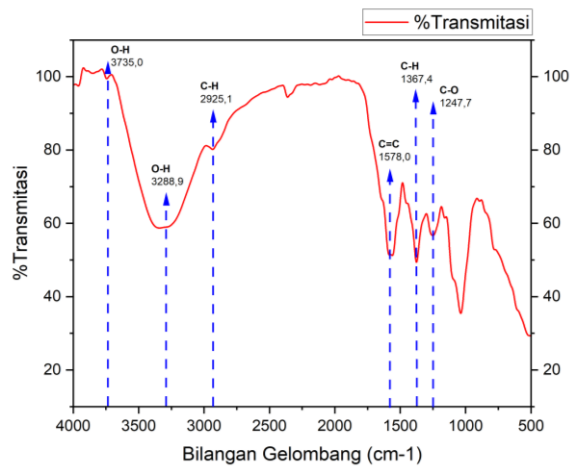
Hasil karakterisasi C-Dots menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan satu puncak absorbansi pada panjang gelombang 256,3 nm dengan nilai sekitar 2750, menandakan terbentuknya C-Dots. Puncak ini berasal dari transisi elektron  $\pi$ - $\pi^*$  pada ikatan rangkap C-Dots (C=C) dalam struktur aromatik, umum muncul pada 200–300 nm. Puncak ini sering teramati pada C-Dots yang disintesis termasuk tempurung kelapa yang memang kaya akan karbon aromatik. Energi Bandgap dari hasil uji UV-Vis C-Dots dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6. Hasil Bandgap UV-Vis C-Dots**

Nilai *bandgap* C-Dots dihitung menggunakan metode Tauc Plot dengan transisi langsung, menghasilkan nilai sebesar 3,9 eV. Nilai ini menunjukkan ukuran partikel yang sangat kecil dan struktur karbon yang dominan aromatik.

#### 4. Uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

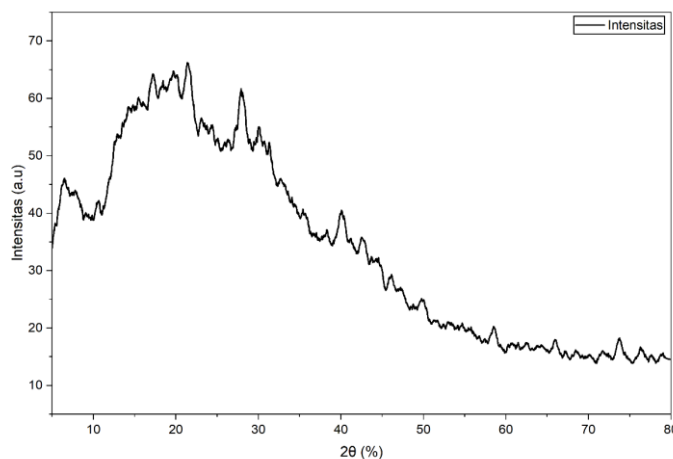


**Gambar 7. Hasil Uji FTIR**

Menunjukkan spektrum FTIR C-Dots hasil sintesis dari tempurung kelapa menunjukkan berbagai gugus fungsi yang menandakan struktur kompleks. Puncak pada 3744,6 dan 3322,5  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus O–H yang membuat permukaan bersifat hidrofilik. Puncak 2925,1 dan 1376,9  $\text{cm}^{-1}$  mengindikasikan gugus C–H alifatik. Vibrasi C=C pada 1563,7  $\text{cm}^{-1}$  menandakan inti karbon aromatik, dan C–O pada 1247,7  $\text{cm}^{-1}$  memperkuat keberagaman gugus fungsi. Kombinasi ini memberikan sifat hidrofilik-hidrofobik seimbang, reaktivitas tinggi, serta potensi aplikasi luas bagi C-Dots.

#### 5. Uji *X-Ray Diffraction* (XRD)

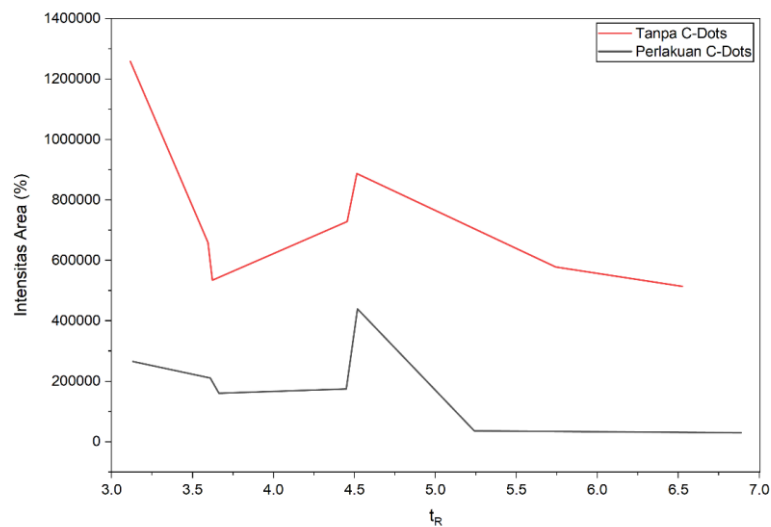
Karakterisasi XRD digunakan untuk mengidentifikasi struktur kristal material melalui pola difraksi sinar-X pada sudut  $2\theta$  tertentu. Pola ini menunjukkan jarak antar bidang atom dalam kristal. Berdasarkan Gambar 8. tidak teramati adanya puncak-puncak difraksi yang tajam, yang menunjukkan bahwa sampel C-Dots memiliki struktur amorf. Hal ini disebabkan oleh proses pemanasan bersuhu rendah pada metode TSLH, yang cenderung menghasilkan material tanpa keteraturan kristal jangka panjang. Jika struktur tidak teratur, pola difraksi tampak tidak jelas. Hasil XRD C-Dots ditunjukkan pada Gambar 8.



**Gambar 8. Hasil Uji XRD**

## Hasil Aplikasi C-Dots Menghilangkan Bau Kotoran Ayam

Hasil aplikasi menunjukkan bahwa C-Dots berpotensi mengurangi kadar senyawa bau amonia ( $\text{NH}_3$ ). Berdasarkan uji GC, sampel kotoran dengan perlakuan C-Dots memiliki nilai  $t_R$   $\text{NH}_3$  lebih tinggi 3,133 hingga 6,888 dibandingkan tanpa C-Dots 3,116 hingga 6,525 menandakan kadar  $\text{NH}_3$  yang lebih sedikit. Perbedaan ini menunjukkan bahwa C-Dots berperan sebagai adsorben efektif yang mempercepat pengurangan  $\text{NH}_3$  melalui proses adsorpsi, sehingga mampu menurunkan intensitas bau secara signifikan.



**Gambar 9. Hasil Uji Kromatografi Gas**

Data pada Gambar 9. menunjukkan perbandingan intensitas puncak senyawa  $\text{NH}_3$  antara kedua sampel terlihat pada beberapa rentang  $t_R$  pada dua jenis sampel, yaitu sampel kotoran ayam tanpa perlakuan C-Dots, yang ditandai dengan garis merah, dan sampel kotoran ayam yang telah diberi perlakuan C-Dots yang ditandai dengan garis hitam pada berbagai  $t_R$ . Pada  $t_R$  3,1 menit diperoleh selisih sebesar 51%, yang mengindikasikan bahwa intensitas  $\text{NH}_3$  pada sampel C-Dots lebih rendah dibandingkan sampel tanpa perlakuan. Pola yang sama juga terlihat pada  $t_R$  3,6 menit dengan selisih -27% dan pada rentang 3,62 hingga 3,66 menit dengan selisih -10%, yang mengindikasikan bahwa keberadaan C-Dots mulai menurunkan respon  $\text{NH}_3$  meskipun penurunannya masih relatif kecil. Dari grafik pada Gambar 9. dapat ditampilkan Tabel 2. Data intensitas puncak  $\text{NH}_3$ .

**Tabel 2. Data Area Puncak  $\text{NH}_3$**

Sampel Treatment Cdot : Kotoran		Sampel Tanpa Cdot : Kotoran	
R.Time	Area	R.Time	Area
3.133	265493	3.116	3
3.610	211086	3.596	183137
3.663	160821	3.623	58538
4.450	174695	4.455	252511
4.519	439618	4.515	411070
5.240	36360	5.743	102072
6.888	30005	6.525	37884

Berdasarkan analisis GC-MS, teridentifikasi tujuh puncak senyawa utama pada kotoran ayam tanpa perlakuan dan yang diberi perlakuan C-Dots. Bahwa intensitas puncak NH<sub>3</sub> pada perlakuan C-Dots secara umum lebih rendah dibandingkan sampel tanpa perlakuan, terutama pada t<sub>R</sub> 4,51-5,24 menit, 5,74 menit serta 6,52-6,88 menit. Penurunan intensitas mengindikasikan bahwa sebagian senyawa NH<sub>3</sub> telah berhasil teradsorpsi oleh C-Dots. Sampel tanpa perlakuan C-Dots memiliki total luas area sebesar 1.827.372, sedangkan sampel dengan perlakuan C-Dots sebesar 1.318.078. Penurunan total luas area tersebut menunjukkan adanya pengurangan senyawa kimia utama pada kotoran ayam setelah perlakuan menggunakan C-Dots dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Senyawa Utama pada Kotoran Ternak Ayam**

No	Nama Senyawa	Area%
1	Cyclopentasiloxane, decamethyl-	4,28
2	Benzoic acid	2,72
3	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-	4,92
4	Methyl 3,5-dinitrosalicylate, TMS derivative	0,57
5	2-(5-Isopropyl-2-methylphenyl)ethanol	0,14
6	Cyclopentene, 3,3-dimethyl-4-methylene-1,2-b	0,15

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi C-Dots berbahan dasar tempurung kelapa mampu menurunkan pengaruh senyawa NH<sub>3</sub> dalam kotoran ayam. Penurunan NH<sub>3</sub> berperan penting dalam mengurangi bau, karena NH<sub>3</sub> merupakan penyebab utama bau tidak sedap pada limbah peternakan. Meskipun bau belum sepenuhnya hilang, hasil ini menunjukkan potensi C-Dots sebagai agen pengurang bau yang ramah lingkungan. Peningkatan efektivitas penghilangan bau dapat diupayakan melalui pengembangan lanjutan, seperti optimasi dosis C-Dots.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, C-Dots berbahan dasar tempurung kelapa berhasil disintesis menggunakan metode two step low heating (TSLH) dan menghasilkan padatan berupa serbuk berwarna coklat kehitaman. Karakterisasi menggunakan PL, PSA, UV-Vis, FTIR, dan XRD menunjukkan bahwa C-Dots memiliki pendaran warna *cyan* dengan puncak emisi pada 507,2 nm, puncak absorpsi UV-Vis pada 256,3 nm, serta struktur amorf yang ditandai oleh puncak kristalit (002) pada hasil XRD. Analisis FTIR mengonfirmasi keberadaan gugus fungsi O-H, C-H, C-O, dan C=C yang merupakan karakteristik utama C-Dots. Aplikasi C-Dots pada kotoran ayam terbukti mampu menurunkan bau yang disebabkan oleh gas NH<sub>3</sub> melalui mekanisme adsorpsi, sehingga berpotensi digunakan sebagai agen pengurang bau limbah peternakan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas akhir skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Wipsar Sunu Brams D., M.Sc., Ph.D. dosen pembimbing dan dari berbagai pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anuar, N. K. K. (2021). Multifunctional carbon-dots synthesized from biomass waste: Design, fabrication, characterization, and applications. *Frontiers in Energy Research*, 9, Article 626549. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.626549>
- Detuage, W. (2023). Pengaruh pemberian pupuk organik kotoran ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Lahan Pertanian Tropis*, 2(1), 91–97. <https://doi.org/10.56722/jlpt.v2i1.20790>
- Nisa, K. (2024). *Pemanfaatan nanomaterial carbon nanodots berbahan dasar kulit semangka sebagai pelapis pada high precision atmospheric pressure sensor GY-BMP280* (Skripsi).
- Purnamasari, I., Rusyandi, K., & Farida, I. (2023). Analisis pemanfaatan abu sekam padi dan tempurung kelapa untuk bahan beton terhadap sifat struktural. *Jurnal Teknik Sipil*, 4(2), 665–674.
- Sahara, C. C. (2025). Pengembangan sensor fluoresensi berbasis carbon quantum dots dalam deteksi bakteri *Escherichia coli*. *Jiif (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, 9(1), 1–8. <https://jurnal.unpad.ac.id/jiif>