

PENGAPLIKASIAN NANOMATERIAL KARBON DOTS DARI EKSTRAK KULIT PARE UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI PADA BIDANG PERTANIAN

Raihan. K, Septiyanto R Firman, Antarnusa. G dan Affifah. I

*Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kota Serang, Banten, 42117, Indonesia
E-mail: 2280210030@untirta.ac.id*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai dengan mengaplikasikan nanomaterial K-dots pada bidang pertanian. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan nanomaterials Karbon dots (K-dots) dari ekstrak kulit pare yang disintesis dengan menggunakan metode bottom up dengan teknik iradiasi gelombang mikro (microwave) dan aquades sebagai pelarutnya. Hasil sintesis menunjukkan bahwa larutan Karbon dots berhasil dibuat karena dapat memancarkan warna hijau tua ketika diberi sinar UV 365 nm, dan saat diuji Spektrofotometer UV-Vis terdapat satu puncak yaitu pada panjang gelombang 239 nm dengan puncak absorpsi 2. 149. Dari hasil eksperimen yang dilakukan pada tanaman cabai menunjukkan bahwa bibit cabai yang diberi larutan K-dot dengan konsentrasi 50 mg/L lebih optimal pertumbuhannya dibandingkan dengan pertumbuhan yang diperoleh dari konsentrasi K-dots lainnya yang digunakan.

Kata kunci: *nanomaterial; carbon dots; bidang pertanian*

Abstract

This research aims to increase the growth of chili plants by applying K-dots nanomaterials in agriculture. In this study, carbon dots (K-dots) nanomaterials from bitter melon peel extract were synthesized using the bottom up method with microwave irradiation technique and distilled water as a solvent. The synthesis results show that the carbon dots solution was successfully made because it can emit a dark green color when given UV light of 365 nm, and when tested by UV-Vis Spectrophotometer there is one peak, namely at a wavelength of 239 nm with an absorbance peak of 2. 149. From the results of experiments conducted on chili plants, it shows that chili seedlings given a K-dot solution with a concentration of 50 mg/L are more optimal in growth compared to the growth obtained from other K-dots concentrations used.

Keywords: *nanomaterials; carbon dots; agricultural sector*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dimana sektor pertaniannya memiliki peranan penting dalam perekonomian nasional. Upaya dalam peningkatan produktivitas tanaman melalui intensifikasi maupun ekstensifikasi selalu diikuti dengan penggunaan pupuk, terutama pupuk yang berbasis gas alam untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman. Namun, peningkatan kebutuhan pertanian tersebut tidak diikuti dengan ketersediaan bahan baku pupuk.

Dikutip dari EmitenNews.com, menurut Direktur Utama PT Pupuk Indonesia (Persero) Rahmad mengatakan bahwa tantangan terbesar bagi industri pupuk adalah memastikan jaminan pasokan gas alam, karena sebagian besar dari bahan baku pupuk berasal dari gas alam dan 32 persen produksi pertanian juga bergantung dari

pupuk yang berbasis gas alam. Untuk itu diperlukannya inovasi dalam meningkatkan mutu dan kuantitasnya dengan cara mengaplikasikan nanomaterial pada bidang pertanian.

Karbon dots (K-dots) merupakan salah satu nanomaterial yang berukuran sekitar 2-10 nm yang memiliki struktur amorf dan berbentuk bola [1]. K-dots adalah jenis karbon yang memiliki sifat berpendar dan termasuk dalam carbon nanopartikel dengan stabilitas kimia dan biokompatibilitas [2]. Selain memiliki stabilitas yang tinggi dan tahan lama, K-dots juga mempunyai ketahanan yang baik terhadap cahaya (foto) dan degradasi kimia, emisi dan eksitasi fluoresensi yang tunable, high quantum yield, pergeseran stokes yang besar, dan dapat larut dalam air [3].

K-dots memiliki beberapa kelebihan yaitu memiliki fotoluminesensi yang kuat, bersifat inert atau mudah larut kedalam air, tidak beracun dan tidak mudah fotobleaching sehingga karbon dots dapat dikembangkan dalam aplikasi yang luas [4]. Salah satu contoh pengaplikasian K-dots yang telah dikembangkan beberapa tahun terakhir, efek peningkatan K-dots pada pertumbuhan tanaman telah diamati pada tanaman monokotil (gandum, padi, dan jagung), dikotil, dan tanaman lainnya (kacang hijau, tomat, selada, tembakau, kedelai, terong, cabai, semangka, lobak, seledri, ketumbar, dan kubis) [5].

K-dots banyak digunakan dalam pertanian sebagai agen priming benih, penambah fotosintesis, ameliorator stres tanaman, dan sensor. Dampak positif K-dots pada berbagai tanaman menunjukkan potensi aplikasinya yang besar dalam produksi pertanian, yang memainkan peran penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan keberlanjutan produksi pertanian [6]. Tujuan artikel ini adalah untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai dengan mengaplikasikan nanomaterial K-dots pada bidang pertanian.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental, dimana jenis metode yang digunakan yakni eksperimental murni (*true experimental*). Pada penelitian ini dilakukan pembuatan nanomaterials Karbon dots (K-dots) dari ekstrak kulit pare yang disintesis dengan menggunakan metode *bottom up* dengan teknik iradiasi gelombang mikro (*microwave*) dan aquades sebagai pelarutnya[7]. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September 2024 sampai Oktober 2024 di Laboratorium Sains Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

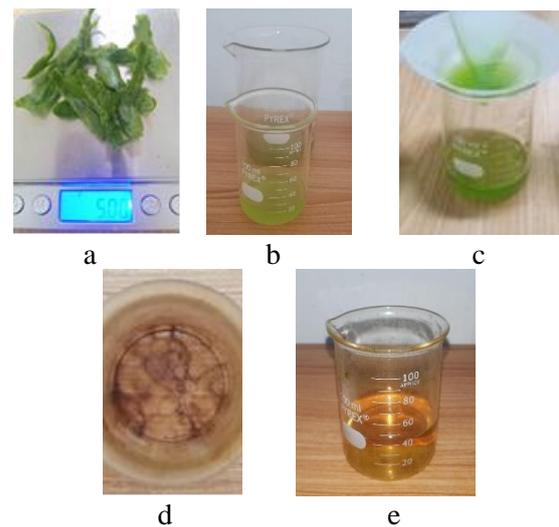
Langkah pertama yaitu menimbang kulit pare menggunakan timbangan digital dengan massa 5 gr (Gambar 1a). Kulit pare yang sudah ditimbang kemudian dicuci dengan aquades.

Langkah kedua yaitu menghaluskan kulit pare menggunakan blender dengan campuran aquades sebanyak 75 ml, proses penghalusan kulit pare menggunakan blender selama 3-5 menit (Gambar 1b).

Langkah ketiga yaitu proses penyaringan, sampel yang sudah dihaluskan dengan blender

kemudian disaring dengan filter kertas. Proses penyaringan ini membutuhkan waktu sekitar 10-15 menit, penyaringan dilakukan untuk memisahkan sampel pare dengan ampasnya (Gambar 1c).

Langkah keempat yaitu sintesis sampel dengan menggunakan microwave 450 Watt dengan waktu 15 menit, yang dimana setiap gelas baker berisi 20 ml larutan. Setelah sampel di microwave dengan waktu yang sudah ditentukan, kemudian sampel dikeluarkan dari microwave dan didinginkan selama beberapa menit (Gambar 1d).



Gambar 1. (a) kulit pare 5 gr, (b) sampel setelah dihaluskan, (c) sampel yang disaring, (d) sampel setelah di microwave, (e) sampel setelah dilarutkan aquades

Langkah selanjutnya yaitu pelarutan kerak dengan menambahkan 20 ml aquades kedalam sampel yang sudah di *microwave* dan diaduk dengan merata (Gambar 1e). Kemudian disaring kembali dengan menggunakan filter kertas supaya mendapatkan hasil yang jernih, untuk dilakukannya uji fisik dengan menggunakan lampu UV 365 nm dan dikarakterisasi dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis.

Untuk melakukan pengaplikasian K-dots pada bibit cabai, ambil kerak yang menempel pada gelas baker dan dikumpulkan sebanyak yang telah ditentukan. Konsentrasi larutan C-dots yang digunakan bervariasi yaitu 50 mg/L, 60 mg/L, dan 70 mg/L. Bahan utama yang digunakan dalam melakukan penelitian ini

adalah kulit pare, aquades, dan biji cabai sebagai bahan percobaannya.

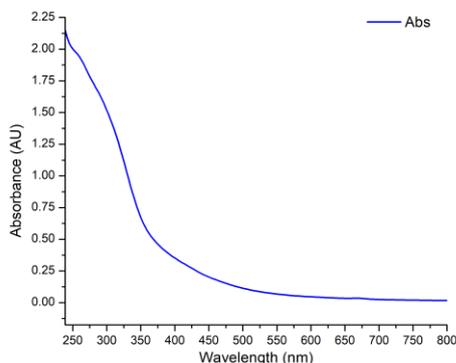
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada saat sampel disinari lampu UV terlihat jelas bahwa sampel menghasilkan pendaran berwarna hijau tua yang berarti K-dots berhasil dibuat (Gambar 2). Sesuai dengan prinsip terjadinya fluoresensi yaitu ketika sebuah sampel dipaparkan secara langsung dengan cahaya laser, kemudian sampel tersebut menyerap energi foton dari cahaya. Energi yang terserap menyebabkan elektron dari material melompat ke keadaan elektronik yang lebih tinggi lalu kembali ke keadaan dasar disertai pelepasan energi yang menghasilkan pendaran[8].



Gambar 2. sampel saat disinari lampu UV 363 nm

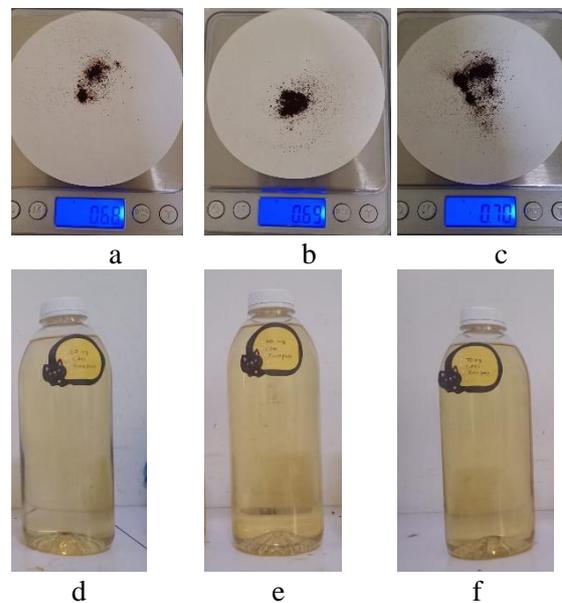
Berdasarkan hasil uji UV-Vis terdapat satu puncak yaitu pada panjang gelombang 239 nm dengan puncak absorbansi 2.149 (Gambar 3). Absorbansi sendiri merupakan suatu polarisasi cahaya yang terserap oleh bahan pada panjang gelombang tertentu sehingga memberikan warna tertentu pada bahan. Absorbansi sendiri digunakan untuk menganalisis kandungan bahan tertentu [9].



Gambar 3. Hasil pengujian spektrofotometer UV-Vis

Selanjutnya proses pengaplikasian K-dots pada pertumbuhan bibit cabai dengan pengambilan kerak sampel yang sudah di *microwave* sebelumnya, sampel yang berbentuk kerak tersebut diambil menggunakan spatula. Kemudian timbang serbuk K-dots sebanyak yang telah ditentukan, yaitu sebanyak 50 mg (Gambar 4a), sebanyak 60 mg (Gambar 4b), dan sebanyak 70 mg (Gambar 4c).

Semua serbuk K-dots yang telah ditimbang kemudian masing-masing dilarutkan kedalam aquades sebanyak 1 liter dan diberi label agar tidak tertukar. Pada (Gambar 4d) adalah aquades yang diberikan serbuk C-dots sebanyak 50 mg/L, pada (Gambar 4e) adalah aquades yang diberikan serbuk C-dots sebanyak 60 mg/L, dan pada (Gambar 4f) adalah aquades yang diberikan serbuk C-dots sebanyak 70 mg/L.

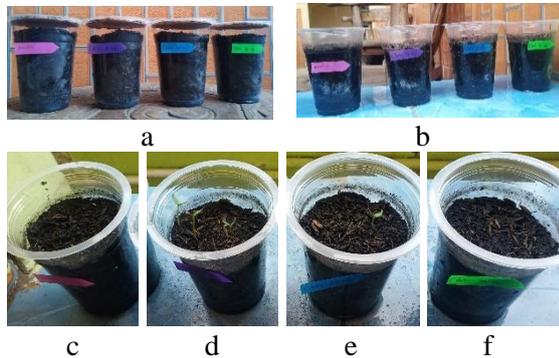


Gambar 4. (a) serbuk K-dots 50 mg, (b) serbuk K-dots 60 mg, (c) serbuk K-dots 70 mg, (d) larutan K-dots 50 mg/L, (e) larutan K-dots 60 mg/L, (f) larutan K-dots 70 mg/L

Setelah serbuk K-dots larut kedalam aquades satu liter, larutan tersebut sudah siap digunakan untuk menyiram tanaman cabai pada penelitian ini, agar bibit cabai tumbuh dengan baik dan cepat. Untuk tahap selanjutnya yaitu rendam benih pada aquades selama 6 jam, kemudian tanam benih ditempat yang sudah disiapkan.

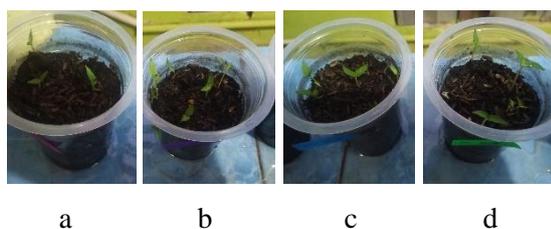
Perkecambahan biji merupakan langkah pertama dan paling penting dalam pertumbuhan

tanaman, dan perkecambahan biji yang baik dapat membantu tanaman berkembang lebih baik. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Hao Li dkk bahwa benih yang diperlakukan dengan larutan air CD dapat meningkatkan perkecambahan biji padi [10].



Gambar 5. (a) hari pertama bibit cabai ditanam, (b) hari ke-3 bibit cabai ditanam, hari ke-10 bibit cabai ditanam (c) aquades, (d) aquades + K-dots 50 mg/L, (e) aquades + K-dots 60 mg/L, (f) aquades + K-dots 70 mg/L

Selanjutnya tanam beberapa bibit pada setiap pot, kemudian berikan label pada setiap pot. Pada penelitian ini tanaman disiram setiap pagi dan sore hari sebanyak 40 ml. Pada hari pertama hingga ke-2 pot ditutup dan diletakkan ditempat yang tidak terkena matahari sampai tunas muncul (Gambar 5a). Dihari ke tiga penutup dilepas dan letakkan pot di tempat yang terkena cahaya matahari (Gambar 5b). Lalu disiram sebanyak 40 ml dengan aquades (Gambar 5c) dan larutan K-dots dengan konsentrasi yang berbeda-beda, yaitu 50 mg/L (Gambar 5d), 60 mg/L (Gambar 5e), dan 70 mg/L (Gambar 5f). Pada penelitian ini tunas pertama muncul pada pot yang diberikan larutan K-dots dengan konsentrasi 50 mg/L.



Gambar 6. hari ke-18 bibit cabai ditanam (a) aquades, (b) aquades + K-dots 50 mg/L, (c) aquades + K-dots 60 mg/L, (d) aquades + K-dots 70 mg/L

Pada hari ke-18 terlihat bahwa banyak tunas yang tumbuh pada pot yang disirami dengan aquades sebanyak 3 tunas (Gambar 6a), pada pot yang disirami dengan aquades + K-dots 50 mg/L sebanyak 6 tunas (Gambar 6b), pada pot yang disirami dengan aquades + K-dots 60 mg/L sebanyak 3 tunas (Gambar 6c), dan pada pot yang disirami dengan aquades + K-dots 70 mg/L sebanyak 4 tunas (Gambar 6d). Jadi pada pot yang disirami dengan aquades + K-dots 50 mg/L lebih banyak tunas yang cepat tumbuh daripada pot lainnya.

Faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah kandungan nitrogen dalam tanah. Bakteri pengikat nitrogen dapat mengubah nitrogen atmosfer menjadi urea, yang berfungsi sebagai pupuk penting dalam pertanian. Kelompok hidroksil dan karboksil juga memberi K-dots kemampuan untuk mengadsorpsi berbagai ion nutrisi (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , dan Fe^{3+}), yang merupakan elemen nutrisi penting untuk pertumbuhan tanaman. Mereka berinteraksi dengan kelompok hidrofilik pada permukaan K-dots melalui ikatan hidrogen dan interaksi elektrostatis, dan mengadsorpsi pada permukaan K-dots, ketika K-dots memasuki tanaman, konsentrasi ion nutrisi meningkat dengan K-dots di tanaman, dan ini juga merupakan alasan untuk pelepasan nutrisi yang berkelanjutan dan lambat dari xilem[11].

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Wang dkk. menunjukkan bahwa K-dots mampu meningkatkan aktivitas pengikat nitrogen *Azotobacter chroococcum*[12]. Permukaan K-dots membentuk interaksi nonkovalen dengan zat besi dalam enzim nitrogenase, yang merupakan enzim penting dalam proses fiksasi nitrogen. Dalam pembentukan hibrida, K-dots memengaruhi struktur sekunder nitrogenase dengan memperdalam struktur α -heliks, yang meningkatkan laju transfer elektron antara F1 dan F2 nitrogenase melalui K-dots. Peningkatan ini menghasilkan reduksi nitrogen menjadi ammonia yang cepat dan efisien. Ini adalah metode yang hemat biaya dan ramah lingkungan untuk meningkatkan fiksasi nitrogen biologis dan akibatnya meningkatkan hasil pertanian.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen murni, untuk meningkatkan pertumbuhan

tanaman cabai dengan mengaplikasikan nanomaterial K-dots pada bidang pertanian. Pembuatan nanomaterials Carbon dots dibuat dari ekstrak kulit pare yang disintesis dengan menggunakan metode *bottom up* dengan teknik iradiasi gelombang mikro (microwave) dan aquades sebagai pelarutnya.

Pada penelitian ini larutan K-dots berhasil dibuat karena ketika sampel disinari lampu UV secara langsung terdapat pendaran berwarna hijau tua pada sampel. Dan berdasarkan hasil uji UV-Vis terdapat satu puncak yaitu pada panjang gelombang 239 nm dengan puncak absorbansi 2.149.

Bibit cabai yang ditanam selama 18 hari dan disiram dengan aquades dan larutan K-dots yang berbeda konsentrasinya yaitu 50 mg/L, 60 mg/L, dan 70 mg/L. Menunjukkan bahwa laju pertumbuhan tanaman cabai yang diberi larutan K-dot dengan konsentrasi 50 mg/L lebih optimal pertumbuhannya dibandingkan dengan pertumbuhan yang diperoleh dari konsentrasi K-dots lainnya yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Triwardiati D, Ermawati IR. 2018. Analisis Bandgap Karbon Nanodots (C-Dots) Kulit Bawang Merah Menggunakan Teknik Microwave. Pros. Semin. Nas. Teknoka. **3**(2502): 25.
- 2 Fatimah S, Isnaeni I, Tahir D. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Fotoluminisens Carbon Dots Berbahan Dasar Organik dan Limbah Organik. Positron. **7**(2): 37.
- 3 Putro PA, Maddu A. 2019. Sifat Optik Carbon Dots (C-Dots) Dari Daun Bambu Hasil Sintesis Hijau Berbantuan Gelombang Mikro. Wahana Fis. **4**(1): 47.
- 4 Dewi ARC, Aji MP, Sulhadi S. 2016. Absorbance Spectrum Carbon Nanodots (C-Dots) Daun Tembakau. Pros. Semin. Nas. Fis. (E-Journal)SNF2016. **V**: SNF2016.
- 5 Maholiya A, Ranjan P, Khan R, Murali S, Nainwal RC, Chauhan S, Sathish N, Chaurasia JP, Srivastava AK. 2023. Supplementary Information. Electron. Suppl. Mater. Environ. Sci. Nano. **24**.
- 6 Li G, Xu J, Xu K. 2023. Physiological Functions of Carbon Dots and Their Applications in Agriculture: A Review. Nanomaterials. **13**(19): 1.
- 7 Qothrunnada. Sintesis Dan Karakterisasi Nanomaterials Carbon Dots Dari Ekstrak Kulit Pare Dengan Teknik Iradiasi Gelombang Mikro. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- 8 Rikih A. Pembuatan Karbon Dot Dari Ampas Kopi Dengan Variasi Doping Nitrogen (N), Sulfur (S), Dan Boron (B) Sebagai Detektor Logam Berat. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- 9 Ceria Sukma Putri K. 2017. Karakterisasi Dan Uji Absorbansi Nanotitania Dengan Doping Fosfor (P) Terhadap Fenol. **1**.
- 10 Li H et al. 2018. Impacts of carbon dots on rice plants: Boosting the growth and improving the disease resistance. ACS Appl. Bio Mater. **1**(3): 663.
- 11 Zheng Y et al. 2017. Bioimaging Application and Growth-Promoting Behavior of Carbon Dots from Pollen on Hydroponically Cultivated Rome Lettuce. ACS Omega. **2**(7): 3958.
- 12 Wang H, Li H, Zhang M, Song Y, Huang J, Huang H, Shao M, Liu Y, Kang Z. 2018. Carbon Dots Enhance the Nitrogen Fixation Activity of Azotobacter Chroococcum. ACS Appl. Mater. Interfaces. **10**(19): .