

**Pengaruh Carbon Dots Dari Kulit Kentang Dengan Teknik Iradiasi Gelombang Mikro Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai****Selvi Kurnia^{1*}, Rahmat Firman Septiyanto², Yus Rama Denny M³, dan Isriyanti Affifah⁴**^{1,2,3} Pendidikan Fisika, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Indonesia⁴ Pendidikan Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Indonesia*E-mail : selvikurnia2309@gmail.comDOI: <https://doi.org/10.52188/jpfs.v8i1.1111>

Accepted: 10 Februari 2025

Approved : 20 Maret 2025

Published: 31 Maret 2025

ABSTRAK

Carbon Dots (C-dots) merupakan nanomaterial berbasis karbon yang memiliki sifat fluoresens, ramah lingkungan, dan mudah disintesis dari bahan limbah organik. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis C-dots dari kulit kentang melalui metode iradiasi gelombang mikro sebagai alternatif ramah lingkungan dan ekonomis dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai. Uji aplikasi terhadap tanaman cabai dilakukan dengan menambahkan larutan C-dots ke dalam media tanam dalam berbagai konsentrasi (kontrol, 50 mg/L, 60 mg/L, dan 70 mg/L). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tanaman cabai yang disiram dengan C-Dots menunjukkan tingkat pertumbuhan optimum ditemukan terjadi dengan 50 mg/L carbon dots, dibandingkan dengan studi kontrol, yang menunjukkan keseimbangan antara stimulasi pertumbuhan dan efektivitas penyerapan nutrisi tanpa menyebabkan efek toksisitas pada tanaman. Kemudian, sampel C-Dots yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis menggunakan rentang panjang gelombang 200-800 nm. Hasil pengukuran dengan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan adanya serapan pada panjang gelombang 251 nm dan menunjukan puncak absorbansi sebesar 4.379.

Kata kunci: Cabai, carbon dots, iradiasi gelombang mikro, kulit kentang, dan pertumbuhan tanaman.**ABSTRACT**

Carbon Dots (C-dots) are carbon-based nanomaterials that have fluorescent properties, are environmentally friendly, and are easily synthesized from organic waste materials. This research aims to synthesize C-dots from potato skins using the microwave irradiation method as an environmentally friendly and economical alternative to increase the growth of chili plants. Application tests on chili plants were carried out by adding C-dots solution to the growing medium in various concentrations (control, 50 mg/L, 60 mg/L, and 70 mg/L). Observation results showed that chili plants watered with C-Dots showed optimum growth rates found to occur with 50 mg/L carbon dots, compared to the control study, which shows a balance between growth stimulation and effective nutrient absorption without causing toxicity effects on the plants. Then, the resulting C-Dots samples were characterized using a UV-Vis Spectrophotometer using a wavelength range of 200-800 nm. The results of measurements with a UV-Vis spectrophotometer showed absorption at a wavelength of 251 nm and showed an absorbance peak of 4.379.

Keyword: Chili, carbon dots, microwave irradiation, potato skins, and plant growth.

@2025 Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

PENDAHULUAN

Salah satu tantangan terbesar dalam memenuhi permintaan pangan global yang terus meningkat seiring bertambahnya populasi adalah meningkatkan produktivitas pertanian. Berbagai teknik dan inovasi telah dikembangkan untuk meningkatkan hasil pertanian, salah satunya adalah penerapan nanoteknologi. Di antara nanomaterial yang menarik perhatian adalah titik karbon (C-dots), yang dikenal karena sifatnya yang ramah lingkungan, fluoresensi tinggi, dan stabilitas kimia yang sangat baik. C-dots adalah nanostruktur karbon padat dan bulat dengan sifat optik yang sangat baik. Titik karbon memiliki stabilitas optik yang sangat baik dan efisiensi cahaya sedang, yang memungkinkannya digunakan dalam berbagai perangkat optik seperti dioda pemancar cahaya dan sel surya. Titik karbon juga dapat digunakan sebagai fotokatalis, biosensor, dan sensor kimia (Isnaeni et al., 2018) C-Dots adalah jenis nanomaterial yang sangat efektif dan berkualitas tinggi. C-dot pertama kali ditemukan pada tahun 2004 selama proses pemurnian karbon nanotube berdinding tunggal (Yudhanto, 2024).

Dalam beberapa tahun terakhir, efek C-dots pada pertumbuhan tanaman telah diamati pada tanaman monokotil (gandum, padi, dan jagung), tanaman dikotil, dan tanaman lainnya. Efek positif C-dots pada berbagai tanaman menunjukkan potensi penerapannya yang besar dalam produksi pertanian, karena memainkan peran penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan keberlanjutan produksi pertanian (G. Li et al., 2023). Menurut penelitian oleh (Singh et al., 2020) yang menemukan bahwa carbon dots dapat meningkatkan efisiensi fotosintesis pada tanaman tomat serta mempercepat pertumbuhan akar dan menurut penelitian (Y. Li et al., 2020) menemukan bahwa C-Dots memberikan pengaruh peningkatan pertumbuhan tanaman kacang hijau yang lebih baik dibandingkan yang tidak diberikan C-Dots.

Aspek utama dalam sintesis C-dots adalah pemilihan prekursor karbon yang ramah lingkungan dan mudah tersedia. Bahan limbah organik seperti sisa sayuran dan kulit buah telah terbukti menjadi sumber karbon potensial untuk sintesis nanomaterial. C-dot mudah diperoleh karena dapat disintesis dari bahan organik dan alami, dan telah banyak dipelajari dan dikembangkan (Ghifari et al., 2017). Pengembangan pembuatan C-dot menggunakan bahan alami dengan ikatan rantai karbon penuh tantangan tetapi berkembang sangat pesat. Namun, sifat optik C-dot dari sumber alami dan bahan kimia memiliki kemurnian yang sebanding. C-dots memiliki beberapa sifat unik, seperti biokompatibilitas, hidrofilisitas, kelarutan dalam air, tidak beracun, penyerapan seluler, toksisitas rendah, fluoresensi, dan emisi cahaya yang unik (Putro et al., 2018)

Green carbon dots adalah C-dots yang disintesis dari biomassa terbarukan seperti limbah pertanian, tanaman, tanaman obat, dan biomaterial organik lainnya. CD yang diproduksi dengan menggunakan teknologi ramah lingkungan lebih ekonomis dan jauh lebih unggul dibandingkan CD yang diproduksi dengan menggunakan metode fisikokimia, karena memiliki keunggulan khusus Selain biaya rendah, stabilitas tinggi, dan protokol sederhana, juga lebih aman dan ramah lingkungan (Jing et al., 2023)

Kulit kentang merupakan limbah organik dalam jumlah besar yang sering kali tidak terpakai. Kentang (*Solanum tuberosum* L) merupakan tanaman hortikultura yang termasuk dalam famili Solanaceae. Tanaman kentang dapat ditanam dari biji atau umbi. Kentang merupakan makanan pokok keempat terpenting di dunia setelah gandum, jagung, dan beras. Kentang dikonsumsi dan dibudidayakan secara luas di banyak bagian dunia karena nilai gizinya yang tinggi. Produksi kentang di Indonesia cukup baik (Astarini et al, 2018)

Metode untuk mensintesis titik karbon (C-dots) secara umum dibagi menjadi dua kelompok utama: metode top-down dan metode bottom-up. Salah satu teknik bottom-up adalah teknik gelombang mikro paling sederhana untuk sintesis C-dot karena memiliki beberapa keuntungan, seperti kondisi yang lebih ringan, proses yang lebih cepat, dan menggunakan lebih sedikit energi. Akibatnya, teknik gelombang mikro menghindari sintesis multi-step (Arcudi et al., 2016). Sintesis CD dapat dilakukan menggunakan berbagai metode, yaitu ablasi kimia, karbonisasi elektrokimia, ablasi laser, iradiasi gelombang mikro, metode hidrotermal dan solvotermal (Yuniarti, 2021).

Sifat optik pada material adalah responsnya terhadap paparan di area gelombang elektromagnetik, radiasi, dan terutama cahaya yang terlihat. Sifat optik dapat diperoleh dari sifat optik bahan seperti penyerapan, transmisi, koefisien redaman, dan band gap. Termasuk sifat optik non-logam: (a) Refraksi; (b) Refleksi; (c) Absorpsi; (d) Transmisi; dan (e) Warna. Sifat optik bahan berkaitan erat

dengan respons material terhadap paparan gelombang elektromagnetik dan radiasi, yang mempengaruhi hasil sifat optik material di daerah cahaya yang terlihat. Untuk mencapai hasil ini, material harus menjalani proses yang menjadi ciri bahan, seperti refraksi, refleksi, penyerapan, transmisi, dan celah pita optik, dengan bantuan alat seperti UV-vis. Spektrofotometri Ultra Violet-Visible (UV-Vis) adalah perpaduan antara spektrofotometri ultraviolet dan visible. Metode ini menggunakan tipe UV dan cahaya yang terlihat. Prinsip kerja pengukuran nutrisi yang terpecahkan UV-vis didasarkan pada korelasi antara radiasi dan bahan yang dibangkitkan secara elektrik. Keuntungan dari metode ini adalah waktu yang relatif lebih pendek dan biaya yang lebih murah daripada metode lain. Hasil karakterisasi sifat optik menggunakan spektrometer visual UV adalah hubungan antara absorbansi dan panjang gelombang (nm) (Asmara et al., 2022)

Indonesia merupakan negara berkembang yang kaya akan sumber daya alam, dan mayoritas penduduknya bekerja di bidang pertanian. Salah satu subsektor pertanian yang mendapat perhatian adalah subsektor pangan dan hortikultura. Untuk meningkatkan pertumbuhan pertanian, cabai merupakan salah satu tanaman hortikultura yang diunggulkan. Hal ini akan memungkinkan pengembangan bahan baku cabai lebih lanjut dan memastikan produksi yang stabil karena rata-rata orang Indonesia mengkonsumsi cabai (Mardiyah & Priyadi, 2021). Tanaman cabai (*Capsicum annum*) dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki nilai ekonomi tinggi dan merupakan salah satu komoditas hortikultura yang penting di Indonesia. Namun, produktivitas cabai sering kali dipengaruhi oleh faktor lingkungan, ketersediaan nutrisi, dan serangan hama. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan penurunan produksi cabai rawit meliputi penurunan kesuburan tanah, peningkatan penguapan karena suhu, dan serangan hama tanaman (Polii et al., 2019). Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam bidang pertanian yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen. Aplikasi C-dots sebagai bio-stimulan pada tanaman cabai diharapkan dapat memberikan dampak positif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, mempercepat waktu panen, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis C-dots dari kulit kentang menggunakan teknik iradiasi gelombang mikro serta menguji efektivitasnya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan metode yang efektif dan aplikatif dalam pemanfaatan limbah organik untuk mendukung peningkatan produktivitas pertanian.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi carbon dots dari kulit kentang terhadap pertumbuhan tanaman cabai. Penelitian ini merupakan true eksperimen dengan desain penelitian *Post Test Only Control Design*. Penelitian eksperimental adalah penelitian yang dilakukan secara sistematis, menyeluruh, dan logis untuk mengendalikan kondisi. Peneliti memanipulasi rangsangan atau kondisi percobaan dan, serta mengobservasi pengaruh akibat perlakuan. Melalui penelitian eksperimen dapat menegaskan dan mendukung ataupun tidak mendukung sebuah hipotesis nol, serta menemukan efek-efek dari variabel tertentu (Akbar et al., 2023).

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang berlokasi di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Kegiatan penelitian dilaksanakan selama 3 minggu, yaitu dari tanggal 30 September hingga 20 Oktober 2024. Tahapan penelitian meliputi persiapan alat dan bahan, sintesis carbon dots, karakterisasi UV-Vis, perlakuan pada tanaman cabai, pengamatan parameter pertumbuhan, serta analisis pengaruh C-Dots.

Berikut alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan penelitian ini sebagai berikut :

Alat :

1. Blender.
2. Timbangan digital.
3. Gelas beaker.
4. Gelas ukur 100 ml.
5. Spatula.

6. Masker.
7. Sarung tangan nitril.
8. Microwave (untuk sintesis carbon dots).
9. Botol bekas.
10. Alat ukur tinggi tanaman (Penggaris).
11. Senter LED Mini Ultraviolet UV 400 nm.
12. Spektrofotometri UV-Vis (Ultraviolet-Visible).

Bahan :

1. Kulit kentang (limbah).
2. Aquades.
3. Tisu.
4. *Drip Paper Filter Coffee*.
5. Bibit cabai.
6. Tanah.
7. Gelas plastic.

Pembuatan Larutan Carbon Dots

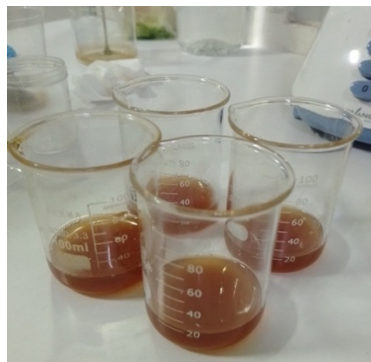
Mempersiapkan alat dan bahan terlebih dahulu sebelum dilakukan sintesis C-Dots dari limbah kulit kentang dengan teknik iradiasi gelombang mikro (Yuniarti, 2021). Perbandingan yang digunakan antara kulit kentang dengan aquades adalah 1:10 (10 gram kulit kentang : 100 mL aquades). Kemudian, dilakukan langkah berikut:

1. Menimbang limbah kulit kentang 10 gram menggunakan timbangan digital.



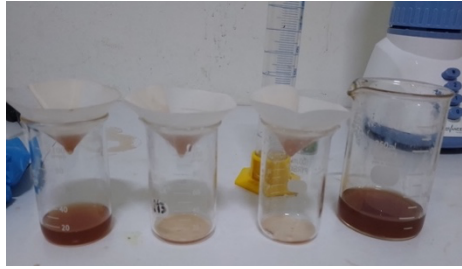
Gambar 1. Menimbang limbah

2. Mencampur dan menghaluskan limbah kulit kentang 10 gram dan aquades 100 mL menggunakan blender.



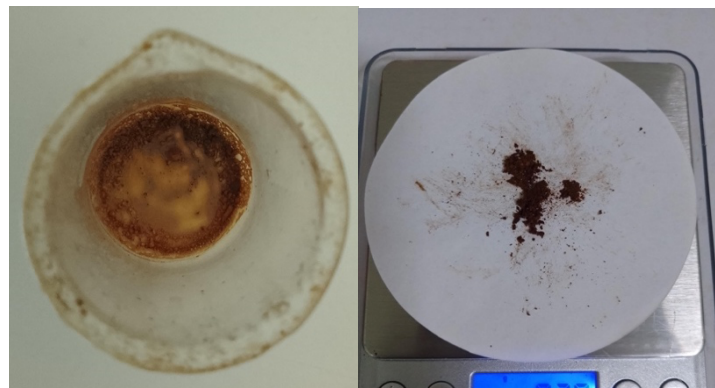
Gambar 2. Limbah yang sudah dihaluskan

3. Menyaring larutan yang sudah tercampur dan halus menggunakan kertas filter kopi.



Gambar 3. Menyaring larutan

4. Memasukkan larutan yang sudah disaring sebanyak 20 mL kedalam microwave selama 15 menit.
5. Larutan yang sudah dimicrowave berubah menjadi kerak, lalu keruk kerak nya menggunakan spatula dan timbang dengan timbangan digital dalam berbagai konsentrasi 50 mg/L , 60 mg/L, dan 70 mg/L .



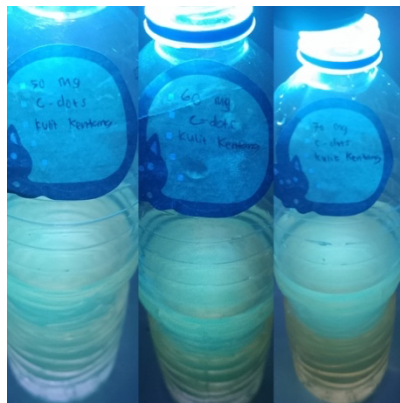
Gambar 4. Kerak C-Dots

6. Masukan kerak kedalam botol yang berisi aquades 1 Liter.



Gambar 5. Kerak C-Dots yang dilarutkan aquades

7. Periksa pendaran dengan menggunakan senter UV untuk melihat apakah berpendar atau tidak.



Gambar 6. Pendaran C-Dots

Tahap Karakterisasi UV-Vis

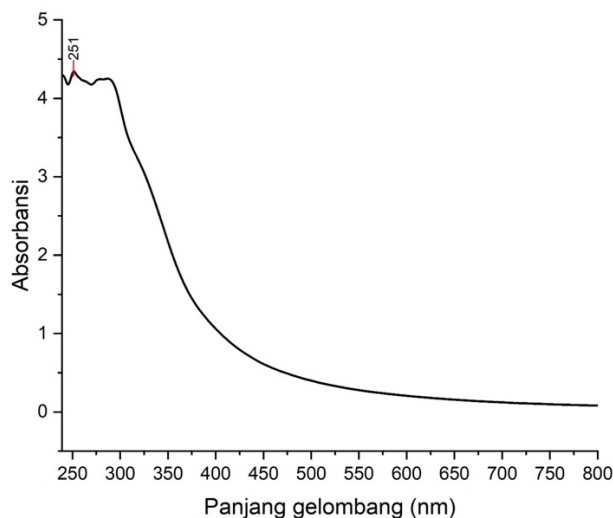
Karakterisasi sampel menggunakan spektrometer UV-Vis untuk mengetahui fisis dari C-dots kulit kentang yang meliputi spektrum absorbansi dan Panjang gelombang nm. Karakterisasi menggunakan spektrofotometri UV-Vis (Ultraviolet-Visible) adalah metode analisis yang memanfaatkan penyerapan cahaya oleh sampel pada rentang panjang gelombang ultraviolet hingga tampak (200–800 nm). Teknik ini memungkinkan identifikasi dan kuantifikasi senyawa berdasarkan spektrum absorbansi yang dihasilkan (Handoko et al., 2022)

Perlakuan pada tumbuhan cabai

1. Media tanam (tanah) dimasukkan ke dalam gelas plastik secukupnya.
2. Kemudian bibit cabai ditanam pada 4 gelas plastik yang berbeda.
3. 1 gelas plastik berisi 3 bibit cabai yang ditanam 0,5 cm dari permukaan tanah.
4. Carbon Dots diaplikasikan melalui penyiraman ke tanaman bibit cabai setiap 1 hari 2 kali, pagi jam 06.00 dan sore jam 17.00 sebanyak 40 ml sekali siramnya, selama 10 hari.
5. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 10 hari untuk mengukur parameter pertumbuhan tanaman cabai seperti tinggi tanaman.
6. Dalam satu gelas terdapat 3 bibit cabai yang ditaburkan dan untuk bibit yang diamati tingginya hanya bibit yang tumbuh paling pertama.

HASIL

Hasil Karakterisasi Spektrofotometer UV-Vis



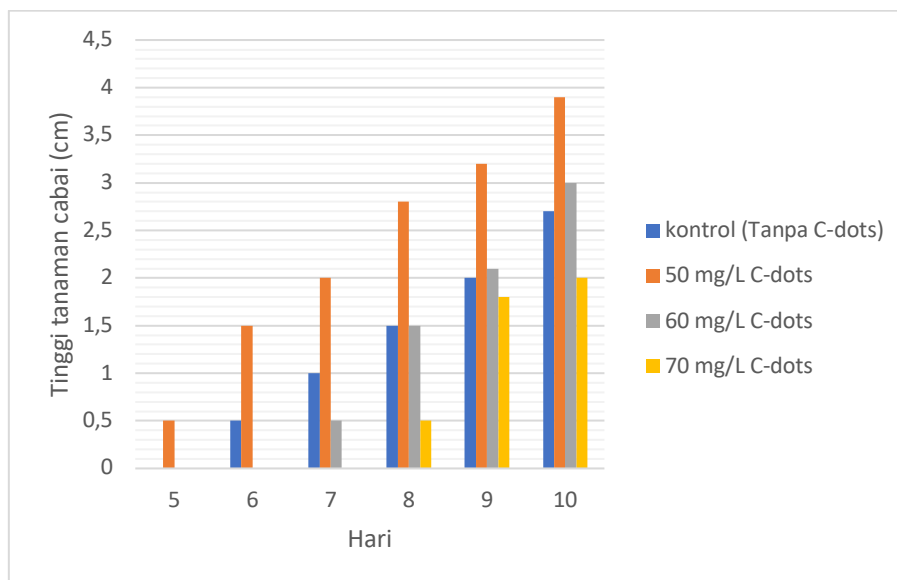
Gambar 7. Hasil Spektrofotometer UV-Vis

Dilihat dari gambar 7 hasil uji spektrofotometer UV-Vis pada sampel C-Dots memiliki puncak absorbansi sebesar 4.379 dan pada panjang gelombang 251 nm. Sampel C-Dots yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis menggunakan rentang panjang gelombang 200-800 nm. Hasil karakterisasi sampel Carbon Dots (C-Dots) menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan puncak absorbansi pada panjang gelombang 251 nm dengan nilai absorbansi sebesar 4,379. Puncak absorbansi pada rentang panjang gelombang tersebut mengindikasikan adanya inti C-Dots, yang umumnya terkait dengan transisi elektron $\pi \rightarrow \pi^*$ pada ikatan C=C. Temuan serupa dilaporkan dalam penelitian yang mensintesis C-Dots dari limbah biji nangka, di mana puncak absorbansi terdeteksi pada panjang gelombang 252 nm, menunjukkan keberadaan partikel C-Dots (Yudhanto, 2024). Demikian pula, penelitian lain yang menggunakan limbah daun kering sebagai prekursor melaporkan puncak absorbansi pada panjang gelombang 205,5 nm dan 257,5 nm, yang juga

Selvi Kurnia, Rahmat Firman Septiyanto, Yus Rama Denny M dan Isriyanti Affifah/ JPFS 8 (1) (2025) 19-28 mengindikasikan karakteristik optik khas dari C-Dots (Ramadhan Alwaasith et al., n.d.) Dengan demikian, hasil pengukuran UV-Vis pada sampel C-Dots ini konsisten dengan temuan sebelumnya, menegaskan keberhasilan sintesis dan karakteristik optik yang sesuai.

Hasil Pengamatan Tanaman Cabai

Pertumbuhan tanaman kontrol dan tanaman yang diberi perlakuan C-Dots pada interval tertentu direpresentasikan secara grafik berikut.



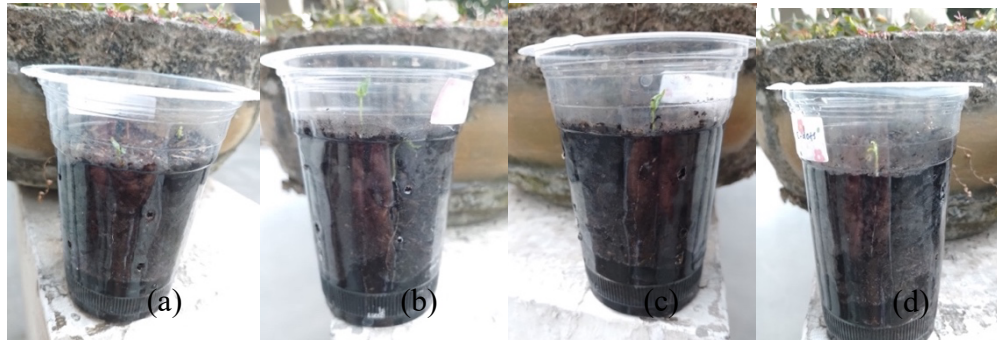
Gambar 8. Grafik Pertumbuhan tanaman cabai kontrol dan yang diberi C-Dots.

Penelitian ini menguji pengaruh larutan carbon dots (C-Dots) yang dibuat dari kulit kentang menggunakan teknik iradiasi gelombang mikro terhadap pertumbuhan tanaman cabai. Larutan C-Dots diaplikasikan pada media tanam dengan konsentrasi yang berbeda, yaitu kontrol (tanpa C-Dots), 50 mg/L, 60 mg/L, dan 70 mg/L. Dari hasil pengamatan grafik di atas, konsentrasi C-Dots 50 mg/L memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai dibandingkan konsentrasi lainnya, hasil ini sama dengan penelitian oleh (Saxena et al., 2014) menyatakan bahwa laju pertumbuhan tanaman gandum yang diberi perlakuan 50 mg/L adalah optimum, karena pada konsentrasi ini, panjang pucuk tanaman gandum meningkat secara proporsional. Artinya, tanaman yang diberi perlakuan ini mengalami peningkatan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan kelompok kontrol (tanpa C-dots), serta kelompok yang diberi perlakuan 60 mg/L dan 70 mg/L C-dots. Hal ini menunjukkan bahwa 50 mg/L C-dots memberikan stimulasi terbaik untuk pertumbuhan tanaman, terutama dalam hal panjang tunas, yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Pada perlakuan kontrol (tanpa C-Dots), tanaman menunjukkan pertumbuhan normal tanpa adanya peningkatan yang signifikan. Ketika tanaman diberi perlakuan dengan larutan C-Dots 50 mg/L, pertumbuhan tanaman meningkat secara signifikan. Hal ini terlihat dari tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan kontrol dan perlakuan dengan konsentrasi lainnya. Konsentrasi 50 mg/L menjadi yang paling optimal karena menyediakan jumlah C-Dots yang cukup untuk membantu proses metabolisme tanaman tanpa menimbulkan efek negatif.

Pada konsentrasi 60 mg/L, meskipun masih memberikan peningkatan pertumbuhan dibandingkan kontrol, hasilnya tidak sebaik konsentrasi 50 mg/L. Sementara itu, pada konsentrasi 70 mg/L, terjadi penurunan laju pertumbuhan dan kondisi tanaman cabai menunjukkan daun yang sedikit lebih layu dan warnanya lebih pucat. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh akumulasi C-Dots yang berlebihan di sekitar akar tanaman, yang dapat mengganggu penyerapan air dan nutrisi serta menyebabkan stres pada tanaman.

Pertumbuhan tanaman kontrol dan tanaman yang diberi perlakuan C-Dots pada interval tertentu direpresentasikan pada gambar berikut.



Gambar 9. Pertumbuhan tanaman (a) Kontrol (tanpa C-Dots)., (b) 50 mg/L C-Dots., (c) 60 mg/L C-Dots., dan (d) 70 mg/L.

Selain pengamatan terhadap parameter pertumbuhan, kondisi fisik tanaman cabai juga diamati. Tanaman cabai yang diberi perlakuan carbon dots menunjukkan kondisi yang lebih sehat dengan daun yang lebih hijau dan segar, sementara tanaman pada kelompok kontrol (aquades) menunjukkan daun yang sedikit lebih layu dan warnanya lebih pucat.

PEMBAHASAN

Limbah kulit kentang berhasil disintesis menjadi C-Dots dengan metode bottom up yaitu teknik iradiasi gelombang mikro (microwave). Karakteristik puncak absorbansi C-Dots tertinggi yang dihasilkan sebesar 4.379 dan pada panjang gelombang 251 nm. Penggunaan carbon dots (C-Dots) yang disintesis telah menunjukkan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman cabai. Uji aplikasi terhadap tanaman cabai dilakukan dengan menambahkan larutan C-Dots ke dalam media tanam dalam berbagai konsentrasi, yaitu kontrol (tanpa C-Dots), 50 mg/L, 60 mg/L, dan 70 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pertumbuhan tanaman cabai mencapai tingkat optimum pada konsentrasi 50 mg/L. C-Dots memiliki sifat fotoluminesen yang membantu meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya oleh daun tanaman. Pada konsentrasi 50 mg/L, C-Dots mampu mempercepat proses fotosintesis dengan meningkatkan aktivitas klorofil, yang berkontribusi langsung terhadap pertumbuhan tanaman yang lebih cepat dan sehat. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan C-Dots pada konsentrasi rendah dapat memberikan manfaat signifikan bagi tanaman.

Selain meningkatkan fotosintesis, C-Dots juga berfungsi sebagai agen antioksidan yang melindungi tanaman dari stres oksidatif. Stres oksidatif dapat menghambat pertumbuhan tanaman, tetapi dengan perlindungan dari C-Dots, tanaman cabai dapat tumbuh lebih optimal. Perlakuan dengan konsentrasi 50 mg/L menunjukkan keseimbangan antara peningkatan aktivitas fisiologis dan perlindungan dari stres lingkungan. Namun, peningkatan konsentrasi C-Dots di atas 50 mg/L, yaitu pada 60 mg/L dan 70 mg/L, justru menunjukkan penurunan laju pertumbuhan. Efek toksisitas akibat akumulasi C-Dots dalam jaringan tanaman dapat mengganggu proses fisiologis, seperti penyerapan nutrisi dan transpor air. Akibatnya, tanaman mengalami pertumbuhan yang lebih lambat dibandingkan dengan tanaman yang diberi konsentrasi C-Dots lebih rendah.

Penurunan laju pertumbuhan pada konsentrasi tinggi ini juga dapat disebabkan oleh gangguan pada struktur sel tanaman. C-Dots dalam jumlah berlebih dapat merusak membran sel dan mengganggu keseimbangan ion di dalam sel, yang berdampak negatif pada metabolisme tanaman secara keseluruhan. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan dosis yang digunakan agar tidak melebihi ambang batas yang dapat ditoleransi oleh tanaman.

Fenomena ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa nanopartikel seperti C-Dots dapat memberikan manfaat pada konsentrasi rendah, namun berpotensi merugikan pada konsentrasi yang lebih tinggi (Zhou et al., 2007) dan (H. Li et al., 2011) melaporkan bahwa penggunaan nanopartikel dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan stres pada tanaman, yang berujung pada penurunan pertumbuhan dan produktivitas. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan C-Dots dari kulit kentang dengan teknik iradiasi gelombang mikro dapat menjadi alternatif yang efektif untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai, asalkan digunakan dalam konsentrasi yang tepat. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami mekanisme detail dari interaksi C-Dots dengan tanaman serta untuk menentukan batas aman konsentrasi penggunaannya di berbagai jenis tanaman. Selain itu, penting juga untuk mengevaluasi dampak jangka

Selvi Kurnia, Rahmat Firman Septiyanto, Yus Rama Denny M dan Isriyanti Affifah/ JPFS 8 (1) (2025) 19-28 panjang dari penggunaan C-Dots terhadap kualitas hasil panen dan kesehatan tanah. Penelitian lanjutan dapat difokuskan pada analisis residu C-Dots dalam buah cabai dan potensi akumulasi dalam rantai makanan, sehingga penggunaan teknologi ini dapat diterapkan secara aman dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa Carbon Dots (C-Dots) yang dibuat dari kulit kentang menggunakan teknik iradiasi gelombang mikro dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman cabai secara signifikan. Uji aplikasi dengan menambahkan larutan C-Dots pada media tanam dalam berbagai konsentrasi (kontrol, 50 mg/L, 60 mg/L, dan 70 mg/L) menunjukkan bahwa konsentrasi 50 mg/L memberikan hasil pertumbuhan terbaik. Pada konsentrasi tersebut, tanaman cabai mengalami peningkatan tinggi, jumlah daun, dan biomassa dibandingkan perlakuan lainnya.

Konsentrasi C-Dots yang lebih tinggi, seperti 60 mg/L dan 70 mg/L, tidak menghasilkan pertumbuhan yang optimal. Bahkan, pada konsentrasi 70 mg/L, pertumbuhan tanaman sedikit menurun, kemungkinan karena efek toksik akibat akumulasi C-Dots yang berlebihan. Oleh karena itu, konsentrasi 50 mg/L dianggap paling efektif dan optimal untuk mendukung pertumbuhan tanaman cabai.

Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan potensi besar C-Dots dari limbah kulit kentang sebagai bahan alami dan ramah lingkungan untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Dengan pengaplikasian yang tepat, C-Dots dapat menjadi solusi inovatif dalam bidang pertanian. Ke depan, penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengeksplorasi lebih jauh stabilitas jangka panjang C-Dots di lingkungan tanah serta pengaruhnya terhadap berbagai jenis tanaman dan kondisi lingkungan yang berbeda. Selain itu, optimasi proses sintesis dan skala produksi juga perlu dikaji untuk meningkatkan efisiensi dan ketersediaan C-Dots dalam jumlah besar untuk keperluan pertanian yang lebih luas.

REFERENSI

- Akbar, R., Siroj, R. A., Win Afgani, M., & Weriana. (2023). Experimental Research Dalam Metodologi Pendidikan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(Vol 9 No 2 (2023): Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan), 465–474. <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/3165>
- Arcudi, F., Dordevic, L., & Prato, M. (2016). Synthesis, separation, and characterization of small and highly fluorescent nitrogen-doped carbon nanodots. *Angewandte Chemie - International Edition*, 55(6), 2107–2112. <https://doi.org/10.1002/anie.201510158>
- Asmara, Y. S., Maharani, A. R., Aulia, L. S., & Dwi Astuti, I. A. (2022). Perbandingan Sifat Optik Cdots Berbahan Daun Binahong (Anredera Scandes L.) Segar Dan Kering Menggunakan Metode Bottom Up. *Jurnal Inovasi Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 3(2), 51. <https://doi.org/10.26418/jippf.v3i2.56837>
- Astarini et al. (2018). Tentag kentang. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 1–190. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Ghifari, A. D. Al, Putra, W. P., & Isnaeni, I. (2017). Analisis Fotoluminesensi Karbon Dot Dari Daun Teh Dan Daun Pepaya Dengan Teknik Microwave. VI, SNF2017-MPS-19-SNF2017-MPS-26. <https://doi.org/10.21009/03.snf2017.02.mps.04>
- Handoko, V., Yusradinan, A., Nursyahid, A., Wandira, A., & Wulandari, A. P. (2022). *Chimica et Natura Acta Green Synthesis Nanopartikel Perak dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Rami (Boehmeria nivea) Melalui Iradiasi Microwave*. 10(1), 15–21. <https://doi.org/10.24198/cna.v10.n1.35755>
- Isnaeni, Rahmawati, I., Intan, R., & Zakaria, M. (2018). Photoluminescence study of carbon dots from ginger and galangal herbs using microwave technique. *Journal of Physics: Conference Series*, 985(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/985/1/012004>
- Jing, H. H., Bardakci, F., Akgöl, S., Kusat, K., Adnan, M., & Sasidharan, S. (2023). *Quantium Dot 5.Pdf*.
- Li, G., Xu, J., & Xu, K. (2023). Physiological Functions of Carbon Dots and Their Applications in Agriculture: A Review. *Nanomaterials*, 13(19), 1–17. <https://doi.org/10.3390/nano13192684>
- Li, H., He, X., Liu, Y., Huang, H., Lian, S., Lee, S. T., & Kang, Z. (2011). One-step ultrasonic synthesis

- Selvi Kurnia, Rahmat Firman Septiyanto, Yus Rama Denny M dan Isriyanti Affifah/ JPFS 8 (1) (2025) 19-28 of water-soluble carbon nanoparticles with excellent photoluminescent properties. *Carbon*, 49(2), 605–609. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2010.10.004>
- Li, Y., Xu, X., Wu, Y., Zhuang, J., Zhang, X., Zhang, H., Lei, B., Hu, C., & Liu, Y. (2020). A review on the effects of carbon dots in plant systems. In *Materials Chemistry Frontiers* (Vol. 4, Issue 2, pp. 437–448). Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/c9qm00614a>
- Mardiyah, A., & Priyadi, P. (2021). Analisis Risiko Produksi Cabai Merah Di Desa Margototo Kecamatan Metro Kibang Kabupaten Lampung Timur. *Journal of Food System and Agribusiness*, 5(2), 93–98. <https://doi.org/10.25181/jofsa.v5i2.2156>
- Poli, M. G. M., Sondakh, T. D., Raintung, J. S. M., Doodoh, B., & Titah, T. (2019). Kajian Teknik Budidaya Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L .) Kabupaten Minahasa Tenggara. *Eugenia*, 25(3), 73–77.
- Putro, P. A., Roza, L., & Isnaeni, I. (2018). Karakterisasi sifat fotoluminisensi C-dots dari kulit ari singkong menggunakan teknik microwave. *Prosiding Seminar Nasional ...*, 2, 168–173. <https://fisika.fmipa.unesa.ac.id/proceedings/index.php/snf/article/view/80>
- Ramadhan Alwaasith, G., Sunu, W., & Dwandaru, B. (n.d.). *Sintesis dan Karakterisasi Carbon Nanodots Berbahan Dasar Limbah Daun Kering sebagai Zat Aditif pada Cat Tembok Synthesis and Characterization of Carbon Nanodots Based on Dried Leaf Waste as Additives in Wall Paint*.
- Saxena, M., Maity, S., & Sarkar, S. (2014). Carbon nanoparticles in “biochar” boost wheat (*Triticum aestivum*) plant growth. *RSC Advances*, 4(75), 39948–39954. <https://doi.org/10.1039/c4ra06535b>
- Singh, A., Eftekhari, E., Scott, J., Kaur, J., Yambem, S., Leusch, F., Wellings, R., Gould, T., Ostrikov, K., Sonar, P., & Li, Q. (2020). Carbon dots derived from human hair for ppb level chloroform sensing in water. *Sustainable Materials and Technologies*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2020.e00159>
- Yudhanto, M. R. P. (2024). *Sintesis Dan Karakterisasi Carbon Nanodots Berbahan Dasar Limbah Biji Nangka (Artocarpus Heterophyllus) Sebagai Fotokatalis Zat Warna Congo Red*. 11(February), 4–6.
- Yuniarti, E. (2021). Sintesis Dan Karakteristik Optik Carbon Quantum Dot Yang Berasal Dari Asam Sitrat Dengan Variasi Massa Urea. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 18(2), 99. <https://doi.org/10.31258/jkfi.18.2.99-105>
- Zhou, J., Booker, C., Li, R., Zhou, X., Sham, T. K., Sun, X., & Ding, Z. (2007). An electrochemical avenue to blue luminescent nanocrystals from multiwalled carbon nanotubes (MWCNTs). *Journal of the American Chemical Society*, 129(4), 744–745. <https://doi.org/10.1021/ja0669070>