

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Semangka merupakan salah satu buah yang banyak dikonsumsi di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS), rata-rata produksi semangka dari tahun 2019 hingga 2023 mencapai 457.000 ton per tahun. Tingginya angka tersebut berbanding lurus dengan jumlah limbah yang dihasilkan, terutama dari bagian kulit yang tidak dikonsumsi. Oleh karena itu, limbah ini perlu dimanfaatkan secara berkelanjutan, misalnya dengan mengolahnya menjadi *Carbon Quantum Dots* (CQDs) (Farid dkk., 2024).

Limbah kulit semangka berpotensi untuk dijadikan prekursor CQDs karena didalamnya terkandung senyawa karbon tinggi seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin, serta mineral seperti kalium, magnesium, kalsium, fosfor, dan besi yang (Gladvin dkk., 2017; Syalom dkk., 2020). Pemanfaatan kulit semangka tidak hanya mengurangi volume limbah organik, tetapi juga memberikan nilai tambah melalui konversi menjadi material fungsional seperti CQDs.

CQDs mendapat banyak perhatian karena dapat diaplikasikan ke berbagai bidang ilmu. Material karbon nol dimensi ini berukuran kurang dari 10 nm, strukturnya bisa amorf atau kristal, serta memiliki tingkat kepolaran tinggi, toksisitas rendah, dan biaya produksi yang relatif murah (Kapoor dkk., 2024). Secara struktur, CQDs terdiri dari inti karbon dan gugus fungsional seperti -OH, -COOH, dan C=O. Sifat fluoresensi dari CQDs membuatnya cocok untuk aplikasi

biosensor, deteksi logam, dan sebagai pupuk tambahan di bidang pertanian (Yadav dkk., 2023).

Terdapat beberapa metode untuk sintesis CQDs, seperti hidrotermal, pirolisis, dan *microwave*. Salah satu metode sederhana untuk mensintesis CQDs adalah melalui metode hidrotermal. Metode hidrotermal memanfaatkan air sebagai pelarut di bawah kondisi suhu dan tekanan tinggi. Biasanya, reaksi dilakukan dalam autoklaf, sebuah wadah tertutup yang mampu menahan tekanan tinggi. Suhu yang digunakan biasanya di atas titik didih air (100°C) dan dapat mencapai beberapa ratus derajat celcius. (Giannakoudakis dkk., 2022).

CQDs memiliki potensi besar dalam bidang pertanian karena dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan cara meningkatkan penyerapan nutrisi dan efisiensi fotosintesis. CQDs menyerap cahaya UV dan mengubahnya menjadi cahaya biru yang lebih mudah digunakan oleh kloroplas, sehingga mempercepat transfer elektron pada fotosistem dan meningkatkan produksi ATP dan NADPH yang penting dalam fotosintesis. CQDs dapat masuk ke tanaman melalui jalur apoplastik dan simplastik, lalu bergerak ke bagian tanaman lain seperti batang dan daun, mendukung peningkatan kadar klorofil dan aktivitas fotosintesis secara keseluruhan, yang berujung pada pertumbuhan tanaman yang lebih optimal (Chowmasundaram dkk., 2023; Haider dkk., 2024).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Remli dan Aziz (2020) berhasil melakukan sintesis CQDs berbahan dasar kulit semangka dengan etanol 95%, diklorometana 99,8%, dan aseton 99% sebagai pelarut, melalui metode

hidrotermal. CQDs yang dihasilkan pada penelitian tersebut berukuran 1-5 nm. CQDs tersebut kemudian dimanfaatkan untuk degradasi fotokatalitik zat warna metil oranye. Penelitian lain dilakukan oleh Ghacham dkk. (2025), yang menyintesis CQDs berbahan dasar kulit semangka melalui hidrotermal yang kemudian CQDs tersebut dicampur dengan Fe_3O_4 . $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{CQDs}$ yang dihasilkan digunakan untuk menyerap metilen biru dari limbah air. Meskipun banyak penelitian yang mengeksplorasi penggunaan CQDs untuk aplikasi pengolahan limbah dan adsorpsi zat berbahaya, belum ada penelitian yang fokus pada pemanfaatan CQDs yang dihasilkan dari kulit semangka dalam bidang pertanian untuk tanaman pakcoy (*Brassica rapa subsp. chinensis*). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi CQDs dari kulit semangka sebagai pupuk tambahan yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman pakcoy.

Metode hidrotermal digunakan dalam penelitian ini untuk mensintesis CQDs dengan variasi suhu untuk menentukan kondisi terbaik dalam sintesis CQDs yang selanjutnya diaplikasikan sebagai pupuk tambahan pada tanaman pakcoy dalam sistem hidroponik. Hal ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Deme dkk. (2023) yang memvariasikan suhu hidrotermal pada 160, 180, dan 200°C menunjukkan bahwa CQDs yang disintesis pada suhu 200°C memiliki *quantum yield* tertinggi, yaitu sebesar 41%. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya pengaruh waktu dan suhu sintesis terhadap CQDs yang dihasilkan.

I.2. Tujuan Penelitian

1. Sintesis CQDs berbahan dasar kulit semangka dengan variasi waktu dan suhu menggunakan metode hidrotermal.
2. Menentukan karakteristik CQDs menggunakan spektrofotometer *photoluminescence*, FTIR, dan PSA.
3. Menentukan pengaruh konsentrasi CQDs sebagai pupuk tambahan pada pertumbuhan pakcoy (*Brassica rapa subsp. chinensis*).