

BAB I

PENDAHULUAN

II.1 Latar Belakang

Konsumsi pangan global diperkirakan akan mengalami peningkatan sebesar 102% dari tahun 2009 hingga tahun 2050 yang disebabkan oleh adanya peningkatan populasi, peningkatan pendapatan, dan peningkatan produktivitas (Fukase & Martin, 2020). Kekhawatiran akan kelangkaan pangan dapat diatasi dengan menerapkan metode pertanian yang canggih untuk menjaga ketersediaan pasokan pangan. Penelitian terbaru melaporkan bahwa CQDs, sebagai kelas baru nanomaterial berbasis karbon dengan ukuran dibawah 10 nm, terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui peningkatan proses fotosintesis (Chowmasundaram dkk., 2023; Chowmasundaram dkk., 2025; Zhao dkk., 2024).

Fotosintesis adalah proses yang terjadi pada tumbuhan, di dalam proses tersebut, energi dari cahaya matahari akan dikonversi menjadi energi kimia yang nantinya dapat dimanfaatkan tumbuhan untuk tumbuh dan berkembang (Zannah dkk., 2023). Oleh karena itu, cahaya matahari memiliki peran yang sangat penting dalam keberjalanan proses fotosintesis. Namun, sekitar 90% cahaya matahari tidak dapat langsung diproses oleh tanaman, karena absorpsi kloroplas yang terbatas hanya pada daerah panjang gelombang biru dan merah (Zhao dkk., 2024). CQDs, sebagai material yang dapat berfluoresensi, dapat meningkatkan penyerapan cahaya matahari dengan bertindak sebagai konverter cahaya dengan mengubah cahaya UV menjadi biru atau merah yang dapat diserap oleh kloroplas, sehingga proses fotosintesis dapat berjalan secara optimal dan pertumbuhan tanaman dapat

mengalami peningkatan (Zhao dkk., 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Chowmasundaram dkk. (2025) melaporkan bahwa selain bertindak sebagai konverter cahaya, CQDs juga dapat bertindak sebagai *photosensitizer* di bawah cahaya biru atau merah, yang artinya CQDs dapat mentransfer energi, yang didapatkan dari penyerapan cahaya pada panjang gelombang merah dan biru, ke fotosistem tanaman. Kedua fenomena ini memungkinkan CQDs untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Penelitian ini menggunakan metode *oil bath* untuk sintesis CQDs. Metode *oil bath* merupakan teknik pemanasan menggunakan media penghantar panas, seperti minyak (MS dkk., 2023). Keunggulan dari metode ini terletak pada kemampuannya dalam menjaga temperatur secara konsisten, yang penting pada proses pembentukan inti CQDs.

Untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal, CQDs dapat dimodifikasi dengan penambahan unsur hara penting yang dibutuhkan tanaman, seperti fosfor (P) dan nitrogen (N). Nitrogen (N) berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman, khususnya pada bagian batang, cabang, dan daun. Sedangkan, fosfor (P) berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman, khususnya pada bagian akar. Selain itu, fosfor juga berperan penting dalam proses respirasi, pembentukan sejumlah protein, hingga mempercepat proses pembentukan bunga dan pematangan biji ataupun buah (Purba dkk., 2021).

Meskipun banyak penelitian mengenai CQDs dan aplikasinya, tetapi belum banyak ditemukan penelitian yang mengkaji pemanfaatan CQDs dengan penambahan unsur fosfor dan nitrogen sebagai pupuk tambahan pada pakcoy yang

ditanam dengan teknik hidroponik *wick*. Oleh karena itu, penelitian dengan judul **“sintesis, karakterisasi, dan uji efektivitas fosfor, nitrogen-carbon quantum dots (P,N-CQDs) dengan metode *oil bath* sebagai pupuk tambahan pada pakcoy”** dilakukan untuk mengisi celah tersebut. Sebagai acuan dalam penelitian ini, peneliti menggunakan jurnal MS dkk. (2023) pada proses sintesis P,N-CQDs dan N-CQDs, jurnal Rahman dkk. (2022) pada proses uji efektivitas P,N-CQDs dan N-CQDs sebagai pupuk tambahan pada pakcoy, serta jurnal Kou dkk. (2021) sebagai acuan konsentrasi CQDs yang digunakan pada nutrisi hidroponik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan awal dalam pengembangan karakteristik serta fungsi CQDs sebagai pupuk tambahan, yang nantinya dapat berkontribusi dalam peningkatan produktivitas pada sektor pertanian di Indonesia.

II.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mensintesis P,N-CQDs dan N-CQDs berbahan dasar asam sitrat monohidrat, urea, dan dinatrium hidrogen fosfat menggunakan metode *oil bath*.
2. Menentukan karakteristik P,N-CQDs dan N-CQDs dengan menggunakan berbagai instrumen, seperti spektrofotometer UV-Vis, spektrometer fotoluminesensi, dan FTIR.
3. Menentukan pengaruh P,N-CQDs dan N-CQDs, sebagai pupuk tambahan, terhadap pertumbuhan dan perkembangan pakcoy.