

ABSTRAK

Carbon Quantum Dots (CQDs) menarik perhatian karena emisi fluoresensi tinggi dan kestabilan fotoluminesensinya, sementara dopan nitrogen dikenal meningkatkan efisiensi luminesensi dan transfer elektron, dan silika berperan mendukung pertumbuhan vegetatif. Pemanfaatan silika limbah geotermal memungkinkan konversi sumber daya lokal bernilai rendah menjadi material fungsional. Penelitian ini mensintesis, mengarakterisasi, dan mengevaluasi aktivitas Si,N-CQDs sebagai pupuk nano-fungsional untuk tanaman pakcoy (*Brassica rapa* var. *chinensis*). Si,N-CQDs disintesis melalui oil bath pada 140 °C selama 150 menit menggunakan asam sitrat, urea, dan silika limbah geotermal terpurifikasi dengan variasi massa silika 10, 15, 20, 25, dan 30 mg (SN1–SN5). Karakterisasi meliputi UV-A, spektrofotometri fotoluminesen, FTIR, PSA, dan SEM. Uji aplikasi hidroponik membandingkan Si,N-CQDs, N-CQDs, dan kontrol tanpa CQDs dengan parameter yang diamati: jumlah daun, panjang-lebar daun, dan kandungan klorofil. Si,N-CQDs memancarkan cahaya biru muda; SN1 menunjukkan intensitas emisi tertinggi, sedangkan peningkatan massa silika menurunkan intensitas. FTIR mengonfirmasi keberadaan gugus Si–O–Si dan Si–O–C (silika) serta C=N, C=C, dan C=O (N-CQDs). SN1 memiliki ukuran rata-rata 6,9 nm dengan potensi zeta –27,7 mV. Aplikasi pada pakcoy menunjukkan penambahan CQDs meningkatkan pertumbuhan dibanding kontrol, dengan SN1 pada 0,15–0,20 mg/mL memberikan respons pertumbuhan dan klorofil yang paling baik. Temuan ini menegaskan potensi Si,N-CQDs berbasis limbah geotermal sebagai pupuk nano berfungsi ganda (optik–nutrisi) untuk peningkatan produktivitas tanaman.

Kata kunci: *Carbon quantum dots*, hidroponik, *oil bath*, pakcoy, silika limbah geotermal.