UNIVERSITAS GADJAH MADA
Sintesis Carbon Dots dari Daun Bambu (Bambusa balcooa) sebagai Sistem Penghantaran Ekstrak Gaharu (Gyrinops versteegii) pada Sel Kanker Kolon WiDr
Alifa Amalia, Dr. Tri Rini Nuringtyas, S.Si., M.Sc. ; Prof. Indriana Kartini, S.Si., M.Si., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Kanker kolorektal merupakan salah satu penyebab kematian tertinggi di dunia dan masih menjadi tantangan klinis karena terapi konvensional sering menimbulkan efek samping akibat rendahnya spesifisitas target. Penelitian ini mengembangkan sistem penghantaran ekstrak berbasis *carbon dots* (CDs) dari biomassa limbah daun bambu *Bambusa balcooa* melalui metode hidrotermal, yang dikombinasikan dengan ekstrak kloroform daun gaharu (*Gyrinops versteegii*) sebagai kandidat antikanker. CDs disintesis kemudian dikarakterisasi berdasarkan sifat optik menggunakan spektrofotometri UV-Vis dan spektrofluorometri, ukuran dan morfologi dengan HR-TEM, gugus fungsi dengan FTIR, serta stabilitasnya menggunakan potensial zeta dan PSA. Ekstrak gaharu dimuat pada CDs lalu dievaluasi melalui spektrofotometri UV-Vis, FTIR, efisiensi enkapsulasi (EE), dan kapasitas pemuatan ekstrak (DLC). Selanjutnya dilakukan uji pelepasan ekstrak dari sistem CDs–ekstrak pada kondisi asam pH 5.5 untuk mengevaluasi kecenderungan pelepasan bertahap. Aktivitas biologis sistem CDs–ekstrak kemudian diuji secara *in vitro* pada sel kanker kolon WiDr menggunakan uji MTT untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap viabilitas sel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CDs berhasil terbentuk dengan serapan dominan pada wilayah UV, emisi biru sekitar 448 nm, gugus permukaan beroksigen, serta domain karbon sp^2 teratur lokal dengan tingkat ketidakteraturan tertentu. HR-TEM/SAED menunjukkan partikel primer berskala nano dengan jarak antarbidang (*d-spacing*) sekitar 0,35 nm, sedangkan PSA/DLS dan potensial zeta menunjukkan stabilitas koloid CDs masih terbatas. Sistem CDs–ekstrak menunjukkan nilai estimasi EE sebesar 51,21% dan nilai estimasi DLC sebesar 25,45%. Uji pelepasan pada pH 5,5 menunjukkan adanya peningkatan absorbansi terhadap waktu, yang mengindikasikan kecenderungan pelepasan ekstrak secara bertahap. Uji MTT menunjukkan bahwa perlakuan CDs mempertahankan viabilitas sel WiDr sekitar 78,84–90,39%, ekstrak daun gaharu sekitar 67,09–71,89%, dan sistem CDs–ekstrak sekitar 69,09–79,86%. Sistem CDs–ekstrak dapat memengaruhi viabilitas sel WiDr, tetapi belum menunjukkan peningkatan sitotoksisitas yang jelas dibanding ekstrak bebas. Dengan demikian, CDs dari limbah daun *B. balcooa* berpotensi sebagai pembawa awal ekstrak daun gaharu, namun masih memerlukan optimasi lebih lanjut pada aspek stabilitas koloid, efisiensi pemuatan, profil pelepasan, dan evaluasi biologis lanjutan.

Kata kunci: *Bambusa balcooa*; *carbon dots*; *Gyrinops versteegii*; sistem penghantaran ekstrak, sel kanker kolon WiDr

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Sintesis Carbon Dots dari Daun Bambu (Bambusa balcooa) sebagai Sistem Penghantaran Ekstrak Gaharu
(Gyrinops versteegii) pada Sel Kanker Kolon WiDr**
Alifa Amalia, Dr. Tri Rini Nuringtyas, S.Si., M.Sc. ; Prof. Indriana Kartini, S.Si., M.Si., Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Colorectal cancer is among the leading causes of cancer-related mortality worldwide and remains a major clinical challenge, partly because conventional therapies often cause adverse effects due to limited target specificity. This study developed an extract delivery system based on *carbon dots* (CDs) synthesized from *Bambusa balcooa* bamboo leaf waste using a hydrothermal method. The resulting CDs were combined with chloroform extract of agarwood leaves (*Gyrinops versteegii*) as a potential source of anticancer bioactive compounds. The synthesized CDs were characterized for their optical properties using UV-Vis spectrophotometry and spectrofluorometry, particle size and morphology using HR-TEM, surface functional groups using FTIR, and colloidal stability using zeta potential analysis and PSA. Agarwood leaf extract was loaded onto the CDs, and the resulting CDs–extract system was evaluated using UV-Vis spectrophotometry, FTIR, estimated encapsulation efficiency (EE), and estimated drug loading capacity (DLC). An extract release assay was then performed under acidic conditions at pH 5.5 to assess the tendency of the system to release the extract gradually. The biological activity of the CDs–extract system was evaluated *in vitro* in WiDr colon cancer cells using the MTT assay to determine its effect on cell viability. The results showed that CDs were successfully formed, as indicated by dominant absorption in the UV region, blue emission at approximately 448 nm, oxygen-containing surface functional groups, and locally ordered sp^2 carbon domains with a certain degree of structural disorder. HR-TEM/SAED analysis revealed nanoscale primary particles with an interplanar spacing (*d*-spacing) of approximately 0.35 nm, whereas PSA/DLS and zeta potential analyses indicated that the colloidal stability of the CDs remained limited. The CDs–extract system showed an estimated EE of 51.21% and an estimated DLC of 25.45%. The release assay at pH 5.5 showed an increase in absorbance over time, suggesting a gradual release tendency of the extract. The MTT assay demonstrated that CDs maintained WiDr cell viability at approximately 78.84–90.39%, while agarwood leaf extract and the CDs–extract system resulted in cell viability of approximately 67.09–71.89% and 69.09–79.86%, respectively. These findings indicate that the CDs–extract system can affect WiDr cell viability, however it did not show a clear enhancement of cytotoxicity compared with the free extract. Therefore, CDs synthesized from *B. balcooa* leaf waste show preliminary potential as a carrier for agarwood leaf extract, although further optimization of colloidal stability, loading efficiency, release profile, and biological evaluation is still required.

Keywords: *Bambusa balcooa; carbon dots; Gyrinops versteegii;* extract delivery system; WiDr colon cancer cells