

**SINTESIS NANOFIBER KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL/
KITOSAN/PERAK KARBONAT HIDROKSIAPATIT: PENGARUH
POSISI PERAK TERHADAP AKTIVITAS ANTIBAKTERI DAN
SITOTOKSISITAS**

SAIFUDDIN AZIZ
(20/468187/SPA/00753)

INTISARI

Sintesis hidroksiapatit (HA) terdoping perak dan ion karbonat (CO_3^{2-}) serta fabrikasi nanofiber dengan polivinil alkohol (PVA) menggunakan elektrospinning telah dilakukan untuk menghadirkan sifat antibakteri dan meningkatkan biokompatibilitas material HA. Penambahan ion CO_3^{2-} dilakukan pada proses sintesis HA sehingga menghasilkan karbonat hidroksiapatit (CHA). Proses sintesis dilakukan dengan presipitasi berbantuan gelombang mikro. Variasi posisi perak dilakukan di dalam dan pada permukaan material CHA untuk menentukan posisi perak terbaik berdasarkan aktivitas antibakteri dan sitotoksitas. Perak berada sebagai ion dan nanopartikel ketika berada di dalam dan pada permukaan HA. Pendekatan teori kerapatan fungsional (DFT) juga dilakukan untuk memodelkan struktur HA terdoping ion ganda yaitu CO_3^{2-} dan Ag^+ .

Hasil karakterisasi material menunjukkan keberhasilan sintesis CHA melalui presipitasi berbantuan gelombang mikro. Kondisi optimum sintesis diperoleh pada daya gelombang mikro 270 Watt dengan waktu 9 menit. Difraktogram material sintesis bersesuaian dengan puncak difraksi apatit-(CaOH) pada *Inorganic Crystal Structure Database* (ICSD) 98-015-1414. Keberadaan ion CO_3^{2-} ditunjukkan dengan adanya vibrasi pada bilangan gelombang 1458; 1419; dan 871 cm^{-1} . Kesesuaian difraktogram material dengan puncak difraksi apatit-(CaOH) tetap terjadi meski ditambahkan ion CO_3^{2-} dan Ag^+ . Pendekatan DFT menunjukkan bahwa ion Ag^+ memiliki posisi spesifik pada kisi HA yaitu menggantikan ion Ca^{2+} pada posisi Ca(2). Keberadaan ion Ag^+ memberikan sifat antibakteri material CHA, sehingga dapat mencegah pertumbuhan bakteri peri-implantitis. CHA-Ag menunjukkan biokompatibilitas yang lebih baik dari CHA dengan nilai IC_{50} lebih tinggi dari CHA ($883.1\text{ }\mu\text{g/mL}$) yaitu 885,7; 1211; dan $1797\text{ }\mu\text{g/mL}$ untuk rasio mol $\text{Ag/Ca+Ag} = 0,005; 0,010; \text{ dan } 0,015$. Fabrikasi nanofiber terhadap material CHA-Ag dan CHA-AgNP berhasil dilakukan dengan elektrospinning. Posisi perak pada permukaan CHA menjadikan nanofiber memiliki respon antibakteri dan pertumbuhan sel osteoblas lebih tinggi dibandingkan perak di dalam material CHA.

Kata kunci: antibakteri, hidroksiapatit, nanofiber, perak, dan sitotoksitas.

**SYNTHESIS OF POLYVINYL ALCOHOL/CHITOSAN/SILVER
CARBONATE HYDROXYAPATITE NANOFIBRE COMPOSITE:
EFFECT OF SILVER POSITION ON ANTIBACTERIAL ACTIVITY AND
CYTOTOXICITY**

SAIFUDDIN AZIZ
(20/468187/SPA/00753)

ABSTRACT

Silver and carbonate ion (CO_3^{2-}) doped hydroxyapatite (HA) synthesis and nanofibre fabrication with polyvinyl alcohol (PVA) using electrospinning have been carried out to present antibacterial properties and improve the biocompatibility of HA material. The addition of CO_3^{2-} ions was carried out in the HA synthesis process to produce carbonate hydroxyapatite (CHA). The synthesis process was carried out by microwave-assisted precipitation. Variations in the position of silver were carried out inside and on the surface of CHA material to determine the best silver position based on antibacterial activity and cytotoxicity. Silver exists as ions and nanoparticles when inside and on the surface of HA. A density functional theory (DFT) approach was also carried out to model the structure of the CO_3^{2-} and Ag^+ bi-ion doped HA.

Material characterization results showed the successful synthesis of CHA through microwave-assisted precipitation. The optimum synthesis condition was obtained at 270 Watt microwave power for 9 minutes. The diffractogram of the synthesized material corresponds to the diffraction peak of apatite-(CaOH) in the ICSD 98-015-1414. The presence of CO_3^{2-} ions is indicated by the vibrations at wavenumbers 1458; 1419; and 871 cm^{-1} . The conformity of the material diffractogram with the apatite-(CaOH) diffraction peak is maintained despite the addition of CO_3^{2-} and Ag^+ ions. The DFT approach shows that Ag^+ ion has a specific position in the HA lattice, replacing Ca^{2+} ion in Ca(2) site. The presence of Ag^+ ions gives the CHA material antibacterial properties, thus preventing the growth of peri-implantitis bacteria. CHA-Ag showed better biocompatibility than CHA with higher IC50 values than CHA (883,1 $\mu\text{g/mL}$), namely 885,7; 1211; and 1797 $\mu\text{g/mL}$ for mole ratios of $\text{Ag}/\text{Ca}+\text{Ag} = 0,005$; 0,010; and 0,015. Nanofibre fabrication of CHA-Ag and CHA-AgNP materials was successfully carried out by electrospinning. The position of silver on the CHA surface makes the nanofibres have a higher antibacterial response and osteoblast cell growth than silver inside the CHA material.

Keywords: antibacterial, cytotoxicity, hydroxyapatite, nanofiber, and silver