

β-TCP/Ce DAN HA-SiO₂ UNTUK PEMBUATAN SEMEN KALSIUM FOSFAT: POTENSI SEBAGAI PENGISI TULANG OSTEOPOROSIS

Oleh
Tri Windarti
17/420353/SPA/00622

INTISARI

Tulang osteoporosis yang keropos dengan tingkat *reactive oxygen species* (ROS) tinggi, rentan mengalami patah dan inflamasi. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan semen kalsium fosfat (*calcium phosphate cement*, CPC) yang biokompatibel, memiliki kekuatan mekanik setara tulang osteoporosis serta bersifat antioksidan regeneratif dengan menggunakan bahan dasar β-trikalsium fosfat tersubstitusi isomorf Ce (β-TCP/Ce) dan hidroksiapatit termodifikasi silika gel (HA-SiO₂). Sintesis β-TCP/Ce dikaji melalui metode sol-gel. HA-SiO₂ disintesis melalui metode pengendapan kimia basah. CPC dibuat dengan variasi rasio berat (β-TCP/Ce):(HA-SiO₂).

Substitusi Ce ke dalam struktur β-TCP terjadi pada Ca dengan posisi Wyckoff 6a (0,0,-0,085) atau posisi Ca (4). Komposisi terbaik (β-TCP/Ce: HA= 73:27) diperoleh pada sintesis dengan konsentrasi Ce 8%, waktu *ageing* 2 hari dan waktu *firing* 0,5 jam. Okupansi Ce sebesar 43% pada posisi Ca (4) terjadi pada sintesis dengan konsentrasi Ce 32%, waktu *ageing* 2 hari dan waktu *firing* 0,5 jam. Parameter kisi β-TCP cenderung meningkat dengan peningkatan konsentrasi Ce. Ce mencegah transformasi β-TCP menjadi HA selama penyimpanan. Partikel β-TCP/Ce berbentuk sperik, permukaannya bermuatan negatif dan cenderung beraglomerasi di dalam air. Ce terdistribusi pada permukaan β-TCP dengan rasio jumlah Ce³⁺/Ce⁴⁺ > 1 dan memiliki aktivitas antioksidan sebesar 0,26–0,36%. β-TCP/Ce bersifat luminesen dengan mengemisikan cahaya pada λ_{maks}= 330–400 nm. Sintesis HA-SiO₂ menghasilkan komposit dengan HA berada pada permukaan. Partikel HA-SiO₂ berbentuk batangan pendek dengan ukuran lebih kecil dari 100 nm, permukaannya bermuatan negatif dan nilai potensial Zetanya sama dengan HA murni. Kuat tekan komposit HA-SiO₂ berflutuasi terhadap rasio Ca/Si. Penggunaan β-TCP/Ce10 dan HA-SiO₂ 25 pada pembuatan CPC menghasilkan semen dengan kuat tekan sebesar 1,24 ± 0,18 MPa pada perbandingan berat (β-TCP/Ce10):(HA-SiO₂ 25)= 2:3. Uji sitotoksitas dengan MTT *assay* menunjukkan bahwa CPC bersifat non-toksik. Dengan kuat tekan setara tulang osteoporosis, memiliki aktivitas antioksidan, bentuk partikelnya mendukung kemudahan untuk diinjeksikan, dan bersifat non-toksik, maka CPC yang dibuat dari β-TCP/Ce dan HA-SiO₂ berpotensi untuk digunakan sebagai pengisi tulang osteoporosis.

Kata kunci: Osteoporosis, CPC, β-trikalsium fosfat, hidroksiapatit, serum, silika gel, antioksidan regeneratif

β-TCP/Ce AND HA-SiO₂ FOR PRODUCTION OF CALCIUM PHOSPHATE CEMENT: POTENCY AS AN OSTEOPOROTIC BONE FILLER

Tri Windarti
17/420353/SPA/00622

ABSTRACT

Porous osteoporotic bones with high reactive oxygen species (ROS) level are prone to fractures and inflammation. The aim of this study is to produce a biocompatible calcium phosphate cement (CPC) that has mechanical strength equivalent to osteoporotic bone and characteristic of a regenerative antioxidant, by using basic ingredients of β-tricalcium phosphate substituted isomorph Ce (β-TCP/Ce) and hydroxyapatite modified by silica gel (HA-SiO₂). The Ce substitution into β-TCP structure was carried out by sol-gel method. HA-SiO₂ was synthesized by the wet chemical deposition method. CPC was made by varying the weight ratio of (β-TCP/Ce):(HA-SiO₂).

The Ce substitution occurred at Ca with the Wyckoff position of 6a (0,0, -0.085) or Ca (4) position. The best composition (β-TCP: HA= 73:27) was obtained at the synthesis process with a concentration of Ce 8%, the aging time of 2 days, and the firing time of 0.5 hours. Occupancy of 43% Ce at Ca (4) position occurs in the synthesis process with a concentration of Ce 32%, the aging time of 2 days, and firing time of 0.5 hours. The lattice parameter of β-TCP tends to increase with the increase of Ce concentration. Ce prevents the transformation of β-TCP to HA during storing period. β-TCP/Ce particles are spherical, have a negative surface charge, and tend to agglomerate in water. Ce is distributed on the β-TCP surface with a number ratio of Ce³⁺/Ce⁴⁺ > 1 and antioxidant activity of 0.26–0.36%. β-TCP/Ce is luminescent by emitting light at λ_{max}= 330–400 nm. Synthesis of HA-SiO₂ produces composites with HA on the surface. HA-SiO₂ particles are in a form of short rod with a size smaller than 100 nm, the surface is negatively charged and the Zeta potential value is same as pure HA. The compressive strength of the HA-SiO₂ composites fluctuates along with the Ca/Si ratio. The use of β-TCP/Ce10 and HA-SiO₂ 25 by weight ratio of (β-TCP/Ce10): (HA-SiO₂ 25)= 2:3 as the powder component of CPC resulted cement in a compressive strength of 1.24 ± 0.18 MPa. Cytotoxicity test by MTT assay showed that CPC was non-toxic. With the equivalent compressive strength to osteoporotic bones, having antioxidant activity, particle shape that supports the injectability, and with non-toxic property, CPC produced from β-TCP/Ce and HA-SiO₂ has a potency to be used as osteoporotic bone filler.

Keywords: *Osteoporosis, CPC, β-tricalcium phosphate, hydroxyapatite, cerium, silica gel, regenerative antioxidant*

