

Sintesis, karakterisasi sifat struktural, laju degradasi, dan biokompatibilitas bahan komposit magnesium - karbonat apatit (Mg-Co₃ap) dan potensinya sebagai bahan dasar implan orthopaedi biodegradabel = Synthesis, structural characterization, degradation rate, and biocompatibility of magnesium - carbonate apatite (Mg-Co₃ap) composite and its potential as biodegradable orthopaedic implant base material

Aldo Fransiskus Marsetio, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20494508&lokasi=lokal>

Abstrak

ABSTRAK

Pendahuluan: Pencarian implan berbahan biomaterial yang dapat diserap tubuh dengan baik terus berlanjut. Biomaterial untuk implan orthopaedi biodegradabel harus memenuhi kriteria tertentu, seperti waktu degradasi yang harus parallel dengan lini masa fisiologis penyembuhan tulang normal. Magnesium adalah mikronutrien tubuh alami sekaligus metal biodegradabel yang mempunyai sifat biomekanika menyerupai tulang. Akan tetapi, waktu degradasi metal ini sangatlah singkat dan menghasilkan produk korosi gas H₂ serta sifat alkali. Karbonat apatit merupakan apatit biologis yang mempunyai osteokonduktivitas yang baik dan penyembuhan tulang tanpa jaringan fibrotik. Pencampuran magnesium dengan karbonat apatit diharapkan dapat menciptakan material biodegradabel yang dapat dipakai sebagai material dasar implant orthopaedi biodegradabel.

Metode: Kami memfabrikasi specimen komposit magnesium dan karbonat apatit dengan kadar yang bervariasi menggunakan metode metalurgi bubuk, milling time bervariasi 3, 5 dan 7 jam pada 200 RPM, kompaksi pada suhu 300°C dan tekanan 265 MPa, sintering pada 550°C, waktu tahan 1 jam, laju panas 5°C/menit, atmosfer ruangan biasa untuk membuat specimen uji berbentuk silinder dan miniplat. Specimen tersebut kemudian dilakukan uji biomekanika, biotoksisitas MTT dan kontak langsung, serta korosi.

Hasil: Kami dapat memfabrikasi komposit magnesium dan karbonat apatit dengan densitas yang sama dengan tulang manusia. Specimen komposit magnesium dengan 10% karbonat apatit memiliki biokompatibilitas yang cukup baik. Walaupun, ketahanan tekanan, ketahanan regangan, modulus elastisitas fleksural dan ketahanan korosi specimen tersebut masih rendah dibandingkan dengan tulang manusia. Paparan terhadap material komposit ini membuat lingkungan sekitar material menjadi bersifat alkali.

Diskusi: Konsolidasi antar partikel dan ukuran partikel masih kurang baik karena terbentuknya pori mikrostruktural, yang kemungkinan disebabkan oleh lapisan Mg(OH)₂ dan proses oksidasi saat sintering. Hal ini menyebabkan sifat biomekanik yang rendah dan laju korosi yang tinggi. Penggunaan uji berbasis reduksi tetrazolium dapat memberikan hasil false positive, disebabkan sifat produk korosi magnesium yang bersifat reduktan. Kondisi alkali yang disebabkan material ini dapat bermanfaat bagi penyembuhan tulang dan luka. Komposit logam magnesium dan biokeramik karbonat apatit mempunyai potensi yang besar untuk menjadi material dasar implan orthopaedi biodegradabel. Modifikasi teknik fabrikasi perlu dilakukan untuk bisa meningkatkan konsolidasi antar partikel, mengecilkan ukuran partikel, meningkatkan kekuatan biomekanika, mengurangi produk korosi, serta menurunkan laju degradasi.

<hr>

ABSTRACT

Introduction. The search for biodegradable orthopaedic implant is on the rally. Biomaterial for orthopaedic implant must fulfill some criteria, especially the degradation rate must be paralleled with normal bone healing timeline. Magnesium is a natural micronutrient as well as biodegradable metal with biomechanical characteristics close to that of bone. However, the degradation rate of this metal is very high and releasing H₂ gas by-product as well as alkali environment. Carbonate apatite is a biological apatite which has good osteoconductivity and allow bone healing without fibrotic tissue. Fabrication of magnesium and carbonate apatite composite is expected able to produce a new biodegradable biomaterial that can be used as the base material of biodegradable orthopaedic implant.

Methods. We fabricated magnesium composite specimens containing various content of carbonate apatite by powder metallurgy, various milling time (3, 5, 7 hours) at 200 RPM, warm compaction at 300°C and pressure of 265 MPa, sintering at 550°C, holding time of 1 hour, heating rate of 5°C/minutes and room atmosphere cooling. Biomechanical tests, biotoxicity tests (MTT assay and direct contact), and corrosion test were conducted.

Results. We were able to fabricate magnesium-carbonate apatite composites with good density that is comparable with human bone. Magnesium composite with 10% content of carbonate apatite had good biocompatibility. Although, its flexural stress, flexural strain, flexural elasticity modulus and corrosion resistance were lower than human bone. Additionally, exposure to this material also turn the surrounding environment into alkali.

Discussion: Interparticle consolidation and grain size were dissatisfactory due to microstructural pores that are possibly formed by Mg(OH)₂ layer and oxidation process during sintering. These characteristics affect the low biomechanical properties and high corrosion rate. Additionally, the use of tetrazolium-based assay (MTT) may give a false positive result, as the magnesium corrosion products are reducing agent.

Meanwhile, alkali condition caused by the material corrosion by-product might be beneficial for bone healing and wound healing process. Magnesium and carbonate apatite composite has enormous potential to be used as the orthopaedic biodegradable material. Modification on fabrication parameters need to be done in order to improve the interparticle consolidation, refining the grain size, improve biomechanical strength, reduce corrosion products, as well as improve the degradation rate.