

Sifat mekank dan degradasi paduan Mg-1,6Gd sebagai kandidat material implan tulang melalui perlakuan termo-mekanik = Mechanical properties and degradation rate of Mg-1,6Gd alloy as implant material by termomechanical processing.

Oknovia Susanti, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20486670&lokasi=lokal>

Abstrak

Paduan biner Mg-Gd memiliki potensi sebagai material implan yang mudah larut dalam tubuh. Penambahan sedikit gadolinium dapat memperbaiki sifat mekanik dan laju korosi sehingga memenuhi syarat sebagai material implan yang sesuai dengan kondisi tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk merancang paduan Mg-1,6Gd sebagai material implan yang mudah larut yang memiliki sifat mekanik yang baik dan laju korosi terkontrol setelah diproses termomekanik. Paduan tersebut diproses melalui ekstrusi panas dan canai panas dalam rentang temperatur 300-550°C dengan variasi reduksi ketebalan. Sampel diekstrusi panas dengan kecepatan 1 mm/s dengan ratio ekstrusi 30 dan sampel canai panas dengan reduksi 30% dan 95%, kecepatan 10 m/min. Proses canai dilakukan dengan dua metode yaitu canai searah dan canai silang. Canai searah dilakukan searah dengan putaran rol, sesuai dengan reduksi dan canai silang membentuk sudut 90° dari setiap tahap rol. Pada rol reduksi 30% dilakukan sekali rol, sementara rol reduksi 95% searah dilakukan multi pass (40%, 40%, 15% setiap tahap) dan rol reduksi 95% silang dilakukan 23,75% setiap tahap. Paduan Mg-1,6Gd membentuk senyawa intermetallik (Mg₅Gd) menyebar di dalam dan dibatas butir untuk semua proses termomekanik. Ekstrusi menghasilkan ukuran butir terkecil dibanding kedua proses canai yaitu mencapai 14 μm dengan kekerasan 48,7 HVN. Kekuatan tarik dan luluh juga dihasilkan paling tinggi pada proses ini yaitu 232 MPa dan 142 MPa. Sementara proses canai hanya memiliki ukuran butir dalam rentang 50-400 μm, namun kekerasan rata-rata proses canai lebih tinggi dari ekstrusi yaitu 40-66 HVN. Canai searah 95% menghasilkan kekuatan tarik dan luluh lebih tinggi dari canai 30% yaitu adalah 197 MPa, 157 MPa dan keuletan 26%. Pada awal perendaman paduan Mg-1,6Gd memiliki laju korosi yang tinggi untuk kedua larutan (SBF dan Ringers). Selanjutnya pada perendaman lama (14 hari) laju korosi cenderung menurun, dikarenakan telah terbentuk lapisan pasif. Ekstrusi menghasilkan laju korosi yang tertinggi dibanding canai yaitu 4,4 mmpy setelah imersi 3 hari dalam larutan Ringers. Melalui polarisasi, canai 95% menghasilkan laju korosi tertinggi (5,7 mmpy). Pengujian sitotoksitas untuk ketiga proses termomekanik menunjukkan sampel ini tidak menghasilkan toksin karena rata-rata hasil % viabilitas diatas viabilitas kontrol (75%). Paduan Mg-1,6Gd setelah proses termomekanik mampu memiliki sifat-sifat mekanik yang baik, laju korosi terkontrol dan tidak toksik untuk digunakan sebagai material implan mampu luruh sesuai kondisi tubuh.

<hr>

Binary Mg-Gd alloys have been the potential as biodegradable implant materials. The small addition of element Gd could improve the mechanical properties and corrosion rate that the alloy can be used as implant materials for the body condition. This study aims to design the Mg-1.6Gd alloy as degradable implant that it has good mechanical properties and corrosion rate after thermomechanical process. The Mg-1,6Gd alloys is processed by the hot extrusion and the severely hot rolled in the temperature range 300-550°C with the different reduction. The samples were hot extruded with a speed of 1 mm/s, a ratio of 30 and a hot rolled

with a reduction of 30% and 95% and a speed of 10 m/min. The rolling process is done by two methods: Unidirectional rolling (UR) and cross-rolling (CR). UR is carried out in the direction of rotation of the roll and CR formed an angle of 90° from each stage of the roll. The roll of 30% reduction is done only one roll, while the UR of 95% reduction is done multi pass (40%, 40%, 15% each stage) and the CR of 95% reduction is done at 23.75% per stage. The Mg-1.6Gd alloys forms intermetallic compounds (Mg₅Gd) and spread inside and grain boundaries for all thermomechanical processes. The hot extrusion resulted the smallest grain size compared to both the rolling process, which the grain size of 14 μm and the hardness of 48.7HVN. The highest strength and yield are 232 MPa and 142 MPa for this the extrusion process. The hot rolled samples have the grain size of 50-130 μm but the average hardness of the this process is higher than that of 40-66 HVN. The hot rolled with the 95% reduction has the higher tensile strength and yield strength than the 30% reduction, were 197 MPa and 157 MPa, respectively, while the ductility is 26%. The highest corrosion rate occur on the short time for the both solutions. Furthermore, in the long immersion (14 days) the corrosion rate tends to decrease, because it formed a passive layer. Extrusion process produced the highest corrosion rate of 4.4 mmpy after 3 days of immersion in the Ringer's solution. The hot rolled of the 95% reduction resulted the high corrosion rate of 5,7 mmpy on the polarization test. The cytotoxicity test for all three thermomechanical processes showed the sample have no cytotoxicity because the % viability result was above viability control (75%). The Mg-1.6Gd alloy after thermomechanical process produced good mechanical properties, corrosion rate and no toxins to be used as degradable implant for the body condition.