

**PELAPISAN MATERIAL IMPLAN TITANIUM
(Ti6Al4V, Ti6Al4V-ELI DAN TNTZ)
DENGAN METODE PELAPISAN *BILAYER***

DISERTASI



**SILVIANA SIMBOLON
2230912007**

Pembimbing :

**Prof. Dr. Eng. Ir. Gunawarman, M.T
Dr. Ahmad Zakiyuddin. ST., M.Eng
Dr. Oknovia Susanti, M. Eng.**

**PROGRAM PASCASARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
2025**

RINGKASAN

Studi ini mengenai pengembangan treatment permukaan pada implan logam berbasis titanium yang masih memiliki kekurangan saat berperan sebagai pengganti tulang pada tubuh manusia. Sifat titanium yang non bioaktif dan mudah terjadi ionisasi pada logam Ti saat berinteraksi dengan cairan tubuh membuat peristiwa korosi pada material implan Ti terjadi saat digunakan selama bertahun-tahun. Pada penelitian ini akan dilakukan proses *treatment* permukaan *bilayer* dengan menggunakan 2 metode yang berbeda ditiap tahapannya. Pada Tahap 1, akan dilakukan proses anodisasi untuk membentuk lapisan *nanotubes* TiO₂. Pada tahap 2, dilakukan pelapisan *graphene* dengan tujuan membentuk lapisan mesolayer menggunakan metode *Electroporetic Deposition Process* (EDP) diatas lapisan *nanotubes* TiO₂. Dengan membandingkan hasil pelapisan dari 3 material yaitu Ti6Al4V (Grade 5), Ti6Al4V-ELI (Grade 23) dan TNTZ.

Hasil pengujian pada tahap 1, menunjukkan bahwa telah berhasil dilakukan penumbuhan nanotube dengan fase campuran anatase–rutile selama anodisasi, tanpa perlu perlakuan annealing pasca-proses. Anodisasi pada 120 V selama 4 jam menghasilkan susunan nanotube yang seragam dengan kekasaran permukaan sedang dan perilaku permukaan hidrofobik (sudut kontak >90°) untuk material Ti6Al4V dan Ti6Al4V-ELI. Sedangkan pada material TNTZ berada diatas >90° untuk nilai sudut kontak. Hasil pengujian pada tahap 2, Lapisan GO berhasil dibentuk diatas lapisan nanotube TiO₂ dengan komposisi fasa TiO₂ rutil yang lebih dominan dan GO yang terkonfirmasi pada pengujian XRD, RAMAN dan XPS. Peningkatan sifat ketahanan korosi juga terkonfirmasi pada pengujian FRA EIS yang menunjukkan nilai impedansi pada semua material yang telah diberikan lapisan GO meningkat serta pengujian In Vitro yang memperlihatkan bahwa seluruh lapisan tidak beracun dan berhasil menjadi tempat bertumbuhnya sel fibroblas pada implan Ti6Al4V, Ti6Al4V-ELI, dan TNTZ dengan pertumbuhan diatas 70%.

SUMMARY

This study concerns the development of surface treatment on titanium-based metal implants, which still have shortcomings when used as bone replacements in the human body. The non-bioactive nature of titanium and the ease of ionization of Ti metal when interacting with body fluids cause corrosion of Ti implant materials when used for many years. In this study, a bilayer surface treatment process will be carried out using two different methods at each stage. In Stage 1, an anodization process will be carried out to form a TiO₂ nanotube layer. In Stage 2, graphene coating will be applied to form a mesolayer using the Electroporetic Deposition Process (EDP) on top of the TiO₂ nanotubes layer. The coating results of three materials, namely Ti6Al4V (Grade 5), Ti6Al4V-ELI (Grade 23), and TNTZ, will be compared.

The results of testing in stage 1 show that nanotube growth with a mixed anatase–rutile phase during anodization was successful without the need for post-process annealing treatment. Anodization at 120 V for 4 hours produced a uniform nanotube arrangement with moderate surface roughness and hydrophobic surface behavior (contact angle $>90^\circ$) for Ti6Al4V and Ti6Al4V-ELI materials. Meanwhile, for TNTZ material, the contact angle value was above $>90^\circ$. Test results in stage 2 showed that the GO layer was successfully formed on top of the TiO₂ nanotube layer with a more dominant TiO₂ rutile phase composition and GO, which was confirmed by XRD, RAMAN, and XPS testing. The improvement in corrosion resistance was also confirmed in FRA EIS testing, which showed that the impedance values of all materials coated with GO increased, as well as in vitro testing, which showed that all coatings were non-toxic and successfully supported the growth of fibroblast cells on Ti6Al4V, Ti6Al4V-ELI, and TNTZ implants with growth above 70%.