

SKRIPSI

**MODIFIKASI PERMUKAAN *STAINLESS STEEL* 316L
TERLAPIS KOMPOSIT *POLYCAPROLACTONE* – GELATIN
DENGAN METODE *DIP COATING* SEBAGAI IMPLAN
TULANG**



PUTRI ARUM WIDYA AYU PRAYOGO

**PROGRAM STUDI S-1 FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

LEMBAR PERNYATAAN SKRIPSI

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang S1
FISIKA Pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga

Oleh:

PUTRI ARUM WIDYA AYU PRAYOGO

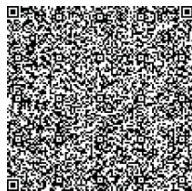
081811333036

Tanggal Lulus:

05-07-2022

Disetujui Oleh:

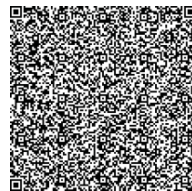
Pembimbing 1



Drs. DJONY IZAK RUDYARDJO, M.Si.

NIP.196802011993031004

Pembimbing 2



Drs. ADRI SUPARDI, M.S.

NIP. 196802011993031004

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Modifikasi Permukaan Stainless Steel 316L Terlapis
Komposit Polycaprolactone-Gelatin dengan Metode Dip
Coating sebagai Implan Tulang

Penyusun : Putri Arum Widya Ayu Prayogo

NIM : 081811333036

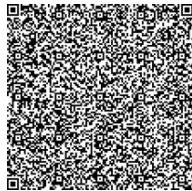
Nama Pembimbing I : Drs. Djony Izak Rudyardjo, M.Si.

Nama Pembimbing II : Drs. Adri Supardi, M.S.

Tanggal Seminar : 05-07-2022 9:00 AM

Disetujui Oleh:

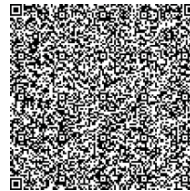
Pembimbing 1



Drs. DJONY IZAK RUDYARDJO, M.Si.

NIP.196802011993031004

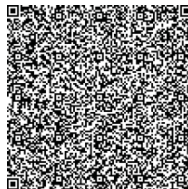
Pembimbing 2



Drs. ADRI SUPARDI, M.S.

NIP. 196802011993031004

Mengetahui,
Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



HERRI TRILAKSANA S.Si., M.Si., Ph.D

NIP. 197712282003121003

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga

SURAT PERYATAAN ORSINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Putri Arum Widya Ayu Prayogo

Nim : 081811333036

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

MODIFIKASI PERMUKAAN *STAINLESS STEEL* 316L TERLAPIS KOMPOSIT *POLYCAPROLACTONE* – GELATIN DENGAN METODE *DIP COATING* SEBAGAI IMPLAN TULANG.

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan kegiatan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah diterapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya

Gresik, 27 April 2022



Putri Arum Widya Ayu P

NIM.081811333036

Putri Arum Widya Ayu Prayogo, 2022. **Modifikasi Permukaan *Stainless Steel* 316L Terlapis Komposit *Polycaprolactone* - Gelatin dengan Metode *Dip Coating* sebagai Implan Tulang**. Skripsi dibawah bimbingan Drs. Djony Izak Rudyardjo, M.Si dan Drs. Adri Supardi, M.S. Program Studi S1 Fisika. Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi PCL-gelatin terhadap karakteristik *stainless steel* 316L terlapis PCL-gelatin dan mengetahui berapa komposisi PCL-gelatin untuk mendapatkan karakteristik terbaik *stainless steel* 316L terlapis PCL-gelatin. Preparasi sampel dibagi menjadi tiga tahapan yaitu SS316L dipotong dengan panjang 2 cm dan lebar 1,5 cm dilanjutkan dengan tahap berikutnya melarutkan butiran PCL 15% dalam CH₃COOH 10 ml kemudian melarutkan gelatin 10% dalam CH₂O₂ : CH₃COOH dengan perbandingan pelarut (1:3). Kemudian tahap terakhir, logam dilapisi dengan PCL-gelatin menggunakan metode *dip-coating* dengan komposisi pelapis 86%:14%, 88%:12%, 90%:10%, 92%:8% dan 94%:6%. dengan kecepatan penarikan 0,2084 mm/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel terbaik adalah sampel dengan komposisi PCL:Gelatin 90%:10% dengan nilai laju korosi 0,0000041985 mm/year, nilai kekasaran permukaan 3,263 μ m, nilai ketebalan lapisan 73,20 μ m, serta didukung oleh hasil uji SEM yang menandakan telah terjadi pelapisan serta didapatkan morfologi berpori yang baik untuk pertumbuhan sel dan hasil uji FTIR untuk memastikan kandungan bahan lapisan *coating*.

Kata kunci : komposisi pelapis, SS316L, PCL, gelatin, *dip-coating*, implan tulang

Putri Arum Widya Ayu Prayogo, 2022. **Modifikasi Permukaan *Stainless Steel* 316L Terlapis Komposit *Polycaprolactone* - Gelatin dengan Metode *Dip Coating* sebagai Implan Tulang**. Undergraduate research paper, supervised by Drs. Djony Izak Rudyardjo, M.Si and Drs. Adri Supadi, M.S., Undergraduate Study of Physics, Departement of Physics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University.

ABSTRACT

This research aims to discover how PCL-gelatin composition impacts the characteristics of PCL-gelatin-coated stainless steel 316L and how much PCL-gelatin composition is required to achieve the best PCL-gelatin-coated 316L stainless steel characteristics. The sample was prepared in three stages: first, SS316L was cut to a length of 2 cm and a width of 1.5 cm, then 15 percent PCL granules were dissolved in 10 ml CH₃COOH, and finally, 10 percent gelatin was dissolved in a solvent ratio of CH₂O₂: CH₃COOH (1:3). The metal would then be dip-coated with PCL-gelatin in the final step, with coating compositions of 86:14 percent, 88:12 percent, 90:10 percent, 92:8 percent, and 94:6 percent. with a 0.2084 mm/s draw speed The best sample had a PCL: Gelatin composition of 90%:10%, a corrosion percentage of 0.0000041985 mm/year, a surface texture value of 3.263 m, and a layer thickness value of 73.20 m, and was supported by the results of the SEM test, which indicated that coating had occurred and obtained a good porous morphology for cell growth, and the results of the FTIR test, which confirmed the content of the coating layer material. The results of the SEM test show that coating has occurred and a good porosity morphology has been achieved.

Keywords: coating composition, SS316L, PCL, gelatin, dip-coating, bone implants

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi dengan baik dan tepat waktu. Penyelesaian naskah skripsi yang berjudul “**Modifikasi Permukaan *Stainless Steel* 316L Terlapis Komposit *Polycaprolactone* – Gelatin dengan Metode *Dip Coating* sebagai Implan Tulang**” dikerjakan untuk memenuhi persyaratan menempuh mata kuliah skripsi yang merupakan salah satu mata kuliah wajib dan syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains bidang studi fisika pada Program Studi S1 Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Naskah skripsi ini disusun atas upaya dan proses yang panjang serta tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan limpahan berkat dan rahmat pada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi tepat waktu.
2. Ayah Didit Setia Prayogo dan Ibu Kasiati selaku orang tua serta Adek Dwi Arum Nastiti Prayogo selaku sodara serta seluruh keluarga besar tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi dan kasih sayang.
3. Bapak Herri Trilaksana, S.Si, M.Si. Ph.D selaku Ketua Departemen Fisika yang selalu membimbing serta memberikan arahan kepada kami.
4. Bapak Drs. Djony Izak Rudyardjo, M.Si. sebagai pembimbing I yang selalu sabar memberikan arahan dan membantu dalam menyusun naskah skripsi ini dan selalu memberikan saran dan kritik agar naskah skripsi ini lebih baik.
5. Bapak Drs. Adri Supardi, M.S sebagai pembimbing II yang selalu sabar memberikan arahan dan membantu dalam menyusun naskah skripsi ini dan selalu memberikan saran dan kritik agar naskah skripsi ini lebih baik.
6. Ibu Nurul Fitriyah, S.Si., M.Sc sebagai dosen penguji I yang telah memberikan arahan, saran, dan masukan dalam penyelesaian penulisan naskah skripsi ini.

7. Bapak Imam Sapuan, S.Si., M.Si Sebagai dosen penguji II yang telah memberikan arahan,saran, dan masukan dalam penyelesaian penulisan naskah skripsi ini.
8. Prof. Dr. Retna Apsari, M.Si sebagai Dosen Wali yang selalu sangat sabar dan senantiasa mendukung sejak awal masuk perkuliahan.
9. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Fisika di Fakultas Sains dan Teknologi yang selama ini suah memberikan bimbingan dan ilmu yang bermanfaat selama perkuliahan.
10. Dirga Alfian Priyoga, Eky Septiana Putri, Silvia Resa Pratama sebagai teman dekat yang selalu ada dan selalu memberikan semangat, perhatian, serta mendengarkan keluh kesah dan juga menghibur penulis
11. Diana laily T, Ayuni Wahyu Dea, Dhivero Arista, dan Indah Lutfiatin yang senantiasa menemani penulis saat melakukan penelitian dan setia untuk selalu memberikan dukungan
12. Deshinta, Altika, Nyasinta, Dwi, Shirley, Wulan, Alfita, Eliza, Lusy, serta Nurmalita sebagai sahabat yang selalu ada memberi kritik serta saran.
13. Seluruh teman-teman Fisika angkatan 2018 yang sudah menjadi teman suka dan duka selama berkuliah di Fisika.

Gresik, 27 April 2022

Penulis,



Putri Arum Widya Ayu Prayogo

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PERNYATAAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERYATAAN ORSINALITAS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Patah Tulang.....	6
2.2 Biomaterial	8
2.3 Stainless Steel 316L	13
2.4 PCL (<i>Polycaprolactone</i>).....	16
2.5 Gelatin	19
2.6 <i>Dip – Coating</i>	21
2.7 Karakterisasi Sampel.....	24
2.7.1 Uji Viskositas.....	24
2.7.2 Uji Korosi.....	25
2.7.3 Uji <i>Surface Roughness</i>	26
2.7.4 Uji <i>Coating Thickness</i>	28

2.7.5	Uji SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	29
2.7.6	Uji FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>).....	32
BAB III METODE PENELITIAN.....		37
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	37
3.2	Alat dan Bahan	37
3.3	Variabel Penelitian	38
3.3.1	Variabel Bebas	38
3.3.2	Variabel Terikat	38
3.3.3	Variabel Kontrol.....	38
3.4	Skema Penelitian	39
3.5	Tahapan Penelitian	40
3.5.1	Tahap Persiapan	40
3.5.2	Pembuatan Sampel Uji.....	41
3.5.3	Pelapisan Sampel Uji	43
3.6	Tahap Karakterisasi Sampel.....	45
3.6.1	Uji Viskositas	45
3.6.2	Uji Korosi.....	46
3.6.3	Uji <i>Surface Roughness</i>	47
3.6.4	Uji <i>Coating Thickness</i>	48
3.6.5	Uji SEM (<i>Morfologi Scanning Electron Microscopy</i>).....	49
3.6.6	Uji FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>).....	50
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Keberhasilan Pelapisan Sampel.....	51
4.2	Karakterisasi	53
4.2.1	Uji Viskositas	53
4.2.2	Uji korosi.....	53
4.2.3	Uji <i>Surface Roughness</i>	58
4.2.4	Uji <i>Coating Thickness</i>	61
4.2.5	Uji SEM	63
4.2.6	Uji FTIR	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		66
5.1	KESIMPULAN	66

5.2 SARAN	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	72

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
Tabel 2.1	Keuntungan dan kerugian jenis – jenis Biomaterial (Park and Lakes,2007)	9
Tabel 2.2	Contoh Biomaterial dan Aplikasinya (Hermawan, 2019)	10
Tabel 2.3	Implan dan Jenis Logam yang Dipakai (Hermawan,2019)	11
Tabel 2.4	Sifat – sifat Mekanik Paduan Logam Aplikasi Biomaterial (Sudj atmoko, 2008)	12
Tabel 2.5	Sifat Biomaterial Logam (Dee <i>et al</i> , 2002)	13
Tabel 2.6	Komposisi Bahan <i>Stainless Steel</i> 316L (ASTM F138, 2003)	14
Tabel 2.7	Sifat Mekanik Biomaterial Logam (Park and Lakes, 2007)	15
Tabel 2.8	Sifat Umum PCL (Zhang, 2015)	17
Tabel 2.9	Pembagian panjang gelombang pada radiasi inframerah (Joni,2007)	34
Tabel 3.1	Variasi komposisi PCL-gelatin	45
Tabel 4.1	Data potensial listrik dan arus listrik laju korosi dari pelapis komposit PCL-Gelatin	53
Tabel 4.2	Data laju korosi dari pelapis komposit PCL-gelatin (millimeter/tahun)	54
Tabel 4.3	Data Hasil Uji <i>Surface Roughness</i> dari	55

	pelapis Komposit PCL-Gelatin	
Tabel 4.4	Data hasil uji <i>coating thickness</i> dari pelapis komposit PCL-gelatin	59
Tabel 4.5	Data hasil uji viskositas dan tegangan permukaan dari larutan komposit PCL-gelatin	61

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
Gambar 2.1	Bagian-bagian tulang femur (Baldaivirtuves, 2017)	7
Gambar 2.2	Aplikasi Bentuk Implan Logam a) Panggul, bahu, sikut b) Lutut c) Pelat tengkorak (Hermawan, 2019)	11
Gambar 2.3	Struktur molekul <i>Polycaprolactone</i> (Zhang, 2015)	17
Gambar 2.4	Struktur kimia gelatin (Chaplin, 2005)	20
Gambar 2.5	Peralatan <i>Dip-Coating</i> (Hijon, et al, 2006)	22
Gambar 2.6	Skema dari proses kesimbangan <i>dip-coating</i>	22
Gambar 2.7	Pola selama proses <i>dip coating</i> adalah lapisan batas, h ketebalan film (Brinker and Hurd, 1994)	23
Gambar 2.8	Skema alat SEM (Alpeter, 2016)	25
Gambar 2.9	Prinsip kerja FTIR (Suseno dan Firdausi, 2008)	26
Gambar 2.10	Sistem optik spektrofotometer FTIR (Suseno dan Firdausi, 2008)	28
Gambar 2.11	Skema alat uji korosi	29
Gambar 2.12	Gambar alat <i>surface roughness tester type</i> TR 200 (Azhar, 2014)	32
Gambar 2.13	Gambar alat <i>coating thickness gauge type</i> <i>TT260 (Trade Combine (2012))</i>	35
Gambar 2.14	Viskosimeter Ostwald	35

Gambar 3.1	Skema Penelitian	39
Gambar 3.2	(a) Proses perendaman sampel pada larutan HNO ₃ :H ₂ O ₂ (70%:30%), (b) Proses pencucian menggunakan aseton dan <i>aquades</i>	42
Gambar 3.3	Sampel yang telah dilapisi isolasi tahan panas dan merupakan sampel siap untuk dicelup	42
Gambar 3.4	(a) Proses pelarutan butiran PCL, (b) Proses pelarutan gelatin	42
Gambar 3.5	(a) Larutan PCL-gelatin sesuai variasi yang siap untuk proses <i>dip-coating</i> , (b) Penampakan larutan PCL-gelatin	43
Gambar 3.6	(a) <i>Set-up</i> alat <i>dip-coating</i> (b) Proses pencelupan sampel menggunakan alat <i>dip-coating</i>	44
Gambar 3.7	Proses pengeringan sampel	44
Gambar 3.8	Sampel SS316L terlapis PCL-gelatin	45
Gambar 3.9	<i>Set-up</i> alat tiga sel elektroda	46
Gambar 3.10	(a) Proses pengujian <i>surface roughness</i> (b) Seperangkat Alat <i>surface roughness</i>	47
Gambar 3.11	Proses uji <i>coating thickness gauge type</i> TT260	48
Gambar 3.12	Seperangkat alat viskosimeter ostwald	49
Gambar 4.1	(a) Logam SS316L yang belum terlapis (b) Logam SS316L yang telah terlapis PCL-Gelatin	52

Gambar 4.2	Larutan Pelapis PCL-Gelatin	52
Gambar 4.3	Grafik laju korosi dari pelapis komposit PCL-gelatin dalam satuan millimeter per tahun	56
Gambar 4.4	Grafik laju korosi dari pelapis komposit PCL-gelatin dalam satuan millimeter per tahun dalam pengamatan titik	57
Gambar 4.5	Grafik data hasil uji <i>surface roughness</i> dari pelapis komposit PCL-gelatin	59
Gambar 4.6	Grafik data hasil uji <i>surface roughness</i> dari pelapis komposit PCL-gelatin dalam pengamatan titik	60
Gambar 4.7	Grafik data hasil uji <i>coating thickness</i> dari pelapis komposit PCL-gelatin	62
Gambar 4.8	Grafik data hasil uji <i>coating thickness</i> dari pelapis komposit PCL-gelatin dalam pengamatan titik	62
Gambar 4.9	Hasil pengamatan morfologi permukaan sampel SS316L terlapis PCL-gelatin dengan perbesaran 5000x	63
Gambar 4.10	Hasil pengamatan morfologi permukaan sampel SS316 terlapis PCL-gelatin dengan perbesaran 10000x	64
Gambar 4.11	Hasil uji FTIR pada sampel SS316L terlapis PCL-gelatin	65

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Tabel
1.	Bahan dan Alat yang digunakan
2	Hasil Uji Korosi
3	Hasil Uji Surface Roughness
4	Hasuk Uji Coating Thickness
5	Hasil Uji SEM
6	Hasil Uji FTIR