

SKRIPSI

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI *HOLLOW-FIBER POLY(L-LACTIC ACID)*/KOLAGEN *COATING* KITOSAN DAN
GLUTARALDEHID SEBAGAI KANDIDAT PEMBULUH
DARAH**



GAVRILA CAESARISSA RICHTIARA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK BIOMEDIS
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI *HOLLOW-FIBER POLY(L-LACTIC ACID)*/KOLAGEN *COATING* KITOSAN DAN GLUTARALDEHID
SEBAGAI KANDIDAT PEMBULUH DARAH**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Bidang Teknik Biomedis
pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Oleh :

Gavrila Caesarissa Richtiara
081711733053

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Drs. Djony Izak Rudyardjo, M.Si.
NIP. 196802011993031004



Dr. Prihartini Widiyanti drg., M.Kes, S.Bio
NIP. 197502222009122001

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Sintesis dan Karakterisasi *Hollow-Fiber Poly(L-Lactic Acid)*/Kolagen Coating Kitosan dan Glutaraldehyd sebagai Kandidat Pembuluh Darah.

Penyusun : Gavril Caesarissa Richtiara

NIM : 081711733053

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

Pembimbing II : Dr. Prihartini Widiyanti drg., M.Kes, S. Bio

Tanggal Ujian : 12 Mei 2022

Disetujui oleh,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Drs. Djony Izak Rudyardjo, M.Si.
NIP. 196802011993031004

Dr. Prihartini Widiyanti drg., M.Kes, S.Bio
NIP. 197502222009122001

Mengetahui,

Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Koordinator Program Studi S1 Teknik Biomedis
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Digitally signed by
Herri Trilaksana,
M.Si., Ph.D.
Date: 2022-05-24
15:56+07:00

Herri Trilaksana, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 197712282003121003

Drs. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T
NIP. 197903152003122002

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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gavrila Caesarissa Richtiara
NIM : 081711733053
Program Studi : S1 Teknik Biomedis
Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi *Hollow-Fiber Poly(L-Lactic Acid)*/Kolagen *Coating* Kitosan dan Glutaraldehid sebagai Kandidat Pembuluh Darah.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa bagian atau keseluruhan isi skripsi ini tidak pernah diajukan untuk mendapat gelar akademis pada bidang studi dan/atau universitas lain dan tidak pernah dipublikasikan/ditulis oleh individu selain penyusun bila dituliskan dengan format kutipan dalam isi skripsi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku di Universitas Airlangga. Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Jakarta, 17 Februari 2022

Yang membuat pernyataan,



Gavrila Caesarissa Richtiara

081711733053

Richtiara, Gavril Caesarissa. 2022. **Sintesis dan Karakterisasi *Hollow-Fiber Poly (L-Lactic Acid)*/Kolagen Coating Kitosan dan Glutaraldehid sebagai Kandidat Pembuluh Darah**. Skripsi dibawah bimbingan Drs. Djony Izak Rudyardjo, M.Si. dan Dr. Prihartini Widiyanti drg., M.Kes, S. Bio. Program Studi S1 Teknik Biomedis, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

ABSTRAK

Aterosklerosis adalah kondisi gangguan fungsi jantung dimana terjadi penyempitan pembuluh darah karena terdapat penumpukan plak di arteri. Plak pada arteri disebabkan oleh akumulasi lipid, kematian sel, dan fibrosis. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi aterosklerosis dapat menggunakan obat-obatan. Namun pada beberapa kasus kronis masih kurang efektif, sehingga membutuhkan pengembangan teknik rekayasa jaringan yaitu cangkok pembuluh darah. Penelitian ini bertujuan untuk mencari kandidat pembuluh darah artifisial yang sesuai dengan karakteristik pembuluh darah dan mengurangi resiko timbulnya efek samping pada penderita aterosklerosis. Material yang digunakan meliputi PLLA 10% (w/v), kolagen 1% (w/v), kitosan 1% (w/v), dan glutaraldehid dengan variasi konsentrasi (0.005, 0.0075, 0.01)M. Metode yang digunakan adalah metode elektrospinning dengan parameter proses yaitu tegangan 11 kV, laju alir 1 mL/jam, jarak dan jarak ujung jarum menuju kolektor adalah 12 cm. Hasil dari sintesis berupa *hollow-fiber Poly(L-Lactic Acid)/Kolagen* terlapisi kitosan dan glutaraldehid. *Hollow-fiber* dikarakterisasi dengan uji FTIR, uji sudut kontak, uji morfologi, uji kuat tarik, dan uji hemolisis. Hasil uji FTIR menunjukkan pada sampel terdapat gugus fungsi yang identik dengan PLLA (ester), kolagen (amida), dan serapan ikatan silang (imina) pada bilangan gelombang 1610-1660 cm^{-1} . Hasil uji sudut kontak menunjukkan nilai 101,99-116,64°, sehingga sampel bersifat hidrofobik. Hasil uji morfologi menunjukkan ukuran diameter serat berkisar antara 249,74 nm - 5,37 μm . Hasil uji kuat tarik menunjukkan nilai UTS 1 - 1,37 MPa, sehingga seluruh sampel sudah memenuhi standar UTS pada pembuluh darah. Hasil uji hemolisis menunjukkan persentase hemolisis dibawah 5%. Berdasarkan hasil karakterisasi, sampel *hollow-fiber PLLA/kolagen coating kitosan-glutaraldehid* memiliki karakteristik yang baik dan berpotensi sebagai kandidat pembuluh darah.

Kata kunci: Pembuluh darah, *Hollow-fiber*, PLLA, Kitosan, Glutaraldehid

Richtiara, Gavril Caesarissa. 2022. *Sintesis dan Karakterisasi Hollow-Fiber Poly (L-Lactic Acid)/Kolagen Coating Kitosan dan Glutaraldehyd sebagai Kandidat Pembuluh Darah*. Undergraduate research paper, supervised by Drs. Djony Izak Rudyardjo, M.Si. and Dr. Prihartini Widiyanti drg., M.Kes, S. Bio. Biomedical Engineering Undergraduate Program, Departement of Physics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University.

ABSTRACT

Atherosclerosis is a condition of impaired heart function where there is narrowing of blood vessels due to plaque buildup in the arteries. Plaque in arteries is caused by lipid accumulation, cell death, and fibrosis. Efforts made to overcome atherosclerosis can use drugs. However, in some chronic cases it is still less effective, thus requiring the development of tissue engineering techniques, namely blood vessel grafts. This study aims to find candidates for artificial blood vessels that match the characteristics of blood vessels and reduce the risk of side effects in patients with atherosclerosis. The materials used include 10% (w/v) PLLA, 1% collagen (w/v), 1% chitosan (w/v), and glutaraldehyde with various concentrations (0,005, 0,0075, 0,01)M. The method used is the electrospinning method with process parameters, namely voltage 11 kV, flow rate 1 mL/hour, distance and distance from the tip of the needle to the collector is 12 cm. The results of the synthesis were hollow-fiber Poly(L-Lactic Acid)/Collagen coated with chitosan and glutaraldehyde. Hollow-fiber was characterized by FTIR test, contact angle test, morphology test, tensile strength test, and hemolysis test. The FTIR test results showed that the sample contained functional groups identical to PLLA (ester), collagen (amide), and cross-linked absorption (imine) at wave numbers 1610-1660 cm^{-1} . The results of the contact angle test show a value of 101,99-116,64°, so the sample is hydrophobic. The results of the morphological test showed that the diameter of the fibers ranged from 249,74 nm - 5,37 μm . The results of the tensile strength test showed a UTS value of 1 - 1,37 MPa, so that all samples met the UTS standard in blood vessels. The results of the hemolysis test showed the percentage of hemolysis was below 5%. Based on the characterization results, the hollow-fiber sample of PLLA/Collagen coating chitosan-glutaraldehyde has good characteristics and has potential as a candidate for blood vessels.

Keyword : Blood vessels, Hollow-fiber, PLLA, Chitosan, Glutaraldehyde

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkah dan karunia-Nya sehingga penyusunan skripsi dengan judul **“Sintesis dan Karakterisasi *Hollow-Fiber Poly(L-Lactic Acid)*/Kolagen *Coating* Kitosan dan Glutaraldehyd sebagai Kandidat Pembuluh Darah”** dapat diselesaikan dengan baik. Adapun penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat akademik guna menyelesaikan studi program Strata-1 Teknik Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

Terwujudnya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus, dengan pertolongan dan pertunjuk-Nya semua ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Kedua orangtua penulis, Bapak Richardo Hutasoit, S. H., M.H., dan Ibu Mutiara Sianturi S.Bio., yang selalu memberikan doa dan dukungan dalam bentuk apapun agar penulis dapat menyelesaikan pendidikan dengan baik.
3. Matthew Rizky dan Axel Cody selaku adik yang selalu memberi dukungan dan doa selama proses perkuliahan.
4. Bapak Herri Trilaksana, S.Si., M.Si. Ph.D, selaku Kepala Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
5. Bapak Drs. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T, selaku Koordinator Program Studi S1 Teknik Biomedis Universitas Airlangga yang telah memberikan dukungan selama proses perkuliahan.
6. Bapak Drs. Djony Izak Rudyardjo, M.Si., dan Dr. Prihartini Widiyanti drg., M.Kes, S. Bio, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan, bantuan, dan motivasi selama penulisan poropsal skripsi.

7. Ibu Nuril Ukhrowiyah, S. Si., M. Si., selaku dosen wali yang telah memberikan dukungan dan masukan selama proses perkuliahan.
8. Seluruh dosen pengajar S1 Teknik Biomedis yang telah membimbing dan memberikan ilmu selama proses perkuliahan.
9. Bapak Dr. Jan Setiawan, M. Si., yang telah membimbing selama proses penelitian di BATAN.
10. Ivan Revanska Putra, Daniel Anugerah, Timothy Indriyanto, Siti Rahisya, Via Aulia, Irma Primadhanti dan seluruh sahabat yang selalu memberi motivasi dan bantuan selama proses penelitian dan skripsi.
11. Seluruh teman program Studi S1-Teknik Biomedis angkatan 2017 yang memberikan dukungan, khususnya bidang Biomaterial yang selalu memberikan saran dan motivasi.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penyusun selalu terbuka atas kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak yang membaca. Semoga skripsi ini berguna dan bermanfaat bagi pengembangan ilmu material.

Jakarta, 17 Februari 2022



Gavrila Caesarissa Richtiara

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
LEMBAR PERNYATAAN	II
LEMBAR PENGESAHAN	III
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	IV
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	V
ABSTRAK	VI
ABSTRACT	VII
KATA PENGANTAR	VIII
DAFTAR ISI	X
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL	XV
DAFTAR LAMPIRAN	XVI
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pembuluh Darah	7
2.2 Aterosklerosis	9
2.3 <i>Poly L-Lactic Acid (PLLA)</i>	10
2.4 Kolagen	12
2.5 Kitosan	13
2.6 Glutaraldehyd	14
2.7 <i>Hollow-Fiber</i>	15
2.8 <i>Cross-Linking</i>	16
2.9 Elektrospinning	17
2.10 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)</i>	18

2.11 Uji Sudut Kontak	19
2.12 Uji Morfologi	20
2.13 Uji Kuat Tarik	21
2.14 Uji Hemolisis	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	24
3.3 Variabel Penelitian	25
3.4 Skema Penelitian	25
3.5 Prosedur Penelitian	26
3.6 Karakterisasi	27
3.6.1 Uji FITR	27
3.6.2 Uji Sudut Kontak	28
3.6.3 Uji Morfologi	29
3.6.4 Uji Kuat Tarik	29
3.6.5 Uji Hemolisis	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Sintesis <i>Hollow-Fiber</i>	32
4.2 Hasil FTIR	34
4.3 Uji Sudut Kontak	40
4.4 Uji Morfologi	42
4.5 Uji Kuat Tarik	46
4.6 Uji Hemolisis	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	61

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Struktur Anatomi Pembuluh Darah	7
2.2	Perbandingan Struktur Anatomi Arteri dan Vena	8
2.3	Plak Berserat yang Tidak Stabil pada Aterosklerosis	9
2.4	Rumus bangun <i>Poly L-Lactic Acid</i>	11
2.5	Struktur <i>Triple Helix</i> pada Kolagen	12
2.6	Reaksi Deasetilasi Kitin	13
2.7	Struktur Kimia Kitosan	14
2.8	Struktur Kimia Glutaraldehid	15
2.9	Morfologi Penampang Melintang <i>Hollow-Fiber</i>	16
2.10	Spektrum Inframerah Ikatan Silang Kitosan dan Glutaraldehid pada Bilangan Gelombang $1638,59\text{ cm}^{-1}$	17
2.11	Skema Diagram Diagram <i>Set Up</i> Elektrosinning (a) Pemintalan Serat Secara Vertikal, (b) Pemintalan Serat Secara Horizontal	18
2.12	Skema Pencitraan FTIR	19
2.13	Hidrofilisitas Padatan-Cairan Terhadap a) Sudut $<90^\circ$ = Hidrofilik, b) Sudut $>90^\circ$ = Hidrofobik	19
2.14	Skema <i>Scanning Electron Microscope</i>	21
3.1	Diagram Alur Penelitian	25
3.2	Alat Uji FTIR (Bruker Alpha II)	27

3.3	Metode <i>Sessile Drop</i>	28
3.4	Alat Uji SEM (Hitachi Flexsem 1000)	29
3.5	Alat Uji kuat tarik (Shimadzu UTM)	30
3.6	<i>Elisa Multiplate Reader</i>	30
4.1	Larutan <i>Poly(L-Lactic Acid)</i> /Kolagen	32
4.2	Struktur Makro Morfologi <i>Hollow Fiber Poly(L-Lactic Acid)</i> /Kolagen (A dan B)	33
4.3	Proses Pencetakan <i>Hollow-Fiber</i> Menggunakan Elektrosinning Nabond Nano E-Spinning Unit	33
4.4	Larutan <i>Coating</i> Kitosan dan Glutaraldehyd	34
4.5	Spektra FTIR <i>Poly(L-Lactic-Acid)</i>	35
4.6	Spektra FTIR Kitosan	35
4.7	Spektra FTIR Kolagen	35
4.8	Hasil Spektra FTIR <i>Hollow-Fiber</i> PLLA/Kolagen	37
4.9	Hasil Spektra FTIR <i>Hollow-Fiber</i> dengan Konsentrasi Glutaraldehyd 0,005 M	38
4.10	Hasil Spektra FTIR <i>Hollow-Fiber</i> dengan Konsentrasi Glutaraldehyd 0,0075 M	38
4.11	Hasil Spektra FTIR <i>Hollow-Fiber</i> dengan Konsentrasi Glutaraldehyd 0,01 M	39
4.12	Perbandingan Spektra FTIR Seluruh Sampel.	39
4.13	Reaksi Ikatan Silang Kitosan dan Glutaraldehyd	40
4.14	Uji <i>Sessile Drop</i> pada Sampel <i>Hollow-Fiber</i> a)	41

	PLLA/Kolagen; b) PLLA/Kolagen <i>Coating</i> Kitosan dan Glutaraldehyd 0,005 M; c) PLLA/Kolagen <i>Coating</i> Kitosan dan Glutaraldehyd 0,0075 M; d) PLLA/Kolagen <i>Coating</i> Kitosan dan Glutaraldehyd 0,01 M	
4.15	Struktur Morfologi <i>Hollow-Fiber</i> pada Perbesaran 1000x (A) PLLA/Kolagen, (B) PLLA/Kolagen <i>Coating</i> Kitosan dan Glutaraldehyd 0,005 M, (C) PLLA/Kolagen <i>Coating</i> Kitosan dan Glutaraldehyd 0,0075 M, (D) PLLA/Kolagen <i>Coating</i> Kitosan dan Glutaraldehyd 0,01 M	43
4.16	Pengamatan SEM (A) Sampel A, (B) Sampel B , (C) Sampel C, (D) Sampel D (Perbesaran 5000x, 10.000x)	44
4.17	Grafik Hubungan antara Nilai Kekuatan Tarik dengan Variasi Konsentrasi Glutaraldehyd pada <i>hollow-fiber</i>	47
4.18	Kurva Uji Tarik <i>Hollow-Fiber</i> dengan Variasi Konsentrasi dan Glutaraldehyd a) 0 M , b) 0.005 M, c) 0.0075 M, d) 0.01 M.	48
4.19	Grafik Hubungan antara Variasi Konsentrasi Glutaraldehyd pada <i>Hollow-Fiber</i> Terhadap Persentase Hemolisis.	50

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Sifat Fisik dan Kimia dari <i>Poly(L-Lactic Acid)</i>	11
2.2	Sifat Fisik dan Kimia dari Glutaraldehid	15
2.3	Derajat Hemolisis	22
3.1	Konsentrasi Sampel <i>Hollow-Fiber</i> dengan <i>Coating</i>	26
4.1	Data Hasil Uji FTIR <i>Hollow-Fiber</i>	36
4.2	Hasil Uji Sudut Kontak	41
4.3	Hasil Uji Hemolisis pada <i>Hollow-Fibe</i>	45
4.4	Hasil Uji SEM pada <i>Hollow-Fiber</i>	46
4.5	Hasil Uji Hemolisis pada <i>Hollow-Fiber</i>	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran	Halaman
1	Proses Sintesis <i>Hollow-Fiber</i> PLLA - Kolagen <i>Coating</i> Kitosan dan Gltuaraldehid	60
2	Uji FTIR	62
3	Uji Sudut Kontak	64
4	Uji Morfologi	65
5	Uji Kekuatan Tarik	69
6	Uji Hemolisis	72