

**STUDI AWAL PEMBUATAN BENANG BEDAH BERBAHAN DASAR
POLIVINIL ALKOHOL (PVA) BERPENGUAT MIKROKRISTALIN
SELULOSA (MCC) DARI ALGA HIJAU (*Cladophora sp.*)**

TUGAS AKHIR

**HANIFAN ARISYI
123.14.009**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2018**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : HANIFAN ARISYI

NIM : 123.14.009

Tanda Tangan :

Tanggal :

**STUDI AWAL PEMBUATAN BENANG BEDAH BERBAHAN DASAR
POLIVINIL ALKOHOL (PVA) BERPENGUAT MIKROKRISTALIN
SELULOSA (MCC) DARI ALGA HIJAU (*Cladophora sp.*)**

TUGAS AKHIR

**HANIFAN ARISYI
123.14.009**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Institut Teknologi dan Sains
Bandung

Menyetujui,

Kota Deltamas, 16 Agustus 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. rer. nat. Mardiyati, S.Si, M.T.
NIP 1234243355354456

Raden Reza Rizkiansyah, S.T., M.T.
NIP 19920119201804558

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Metalurgi dan Material
Institut Teknologi dan Sains Bandung

Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T.,M.T.
NIP 121324435543646

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT., karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulian Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Program Studi Teknik Metalurgi dan Material, Institut Teknologi dan Sains Bandung. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangat sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Ibu Dr.rer.nat.Mardiyati,S.Si.,MT. selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Raden Reza Rizkiansyah, S.T., M.T. selaku pembimbing 2 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam mengarahkan, membimbing, maupun memberikan motivasi dan pengalaman berharga bagi penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
- (2) Dr. Eng, Akhmad Ardian Korda selaku ketua program studi Teknik Metalurgi dan Material Institut Teknologi dan Sains Bandung yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
- (3) Ibu Yesi Aristanti, S.Si., M.T. selaku dosen wali penulis yang telah mendukung jalannya penelitian tugas akhir ini.
- (4) Program studi Teknik Material, Institut Teknologi Bandung yang telah menyediakan fasilitas yang memadai bagi penulis untuk melakukan penelitian tugas akhir.
- (5) Dosen-dosen Teknik Metalurgi dan Material yang telah membagi ilmu dan pelajaran dalam kegiatan perkuliahan selama 4 tahun
- (6) Kedua orang tua yang penulis sayangi, Danang Setiawan dan Runi Amalia yang telah memberi bantuan dalam bentuk moril maupun materil, yang telah memberikan dukungan, nasihat, dan doa yang terus dipanjatkan untuk keberhasilan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
- (7) Teman seperjuangan TA Kartika Meisalina, Aris Nurdiansyah, dan Fresty Marseli yang bersama-sama berjuang, bertahan dan menyelesaikan tugas

akhir di lab polimer dari pagi hingga menjelang pagi lagi. Buka mata bertemu mereka, sebelum tutup mata pun juga bertemu mereka.

- (8) Kak Steven yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian, memberikan ilmu, saran, dan pengalamannya untuk penelitian baik secara langsung maupun tidak langsung.
- (9) Kak Silvi, The Sayidah, dan Kak Daniel yang telah membantu penulis dalam membantu menyelesaikan penelitian tugas akhir ini, dan mewarnai hari-hari penulis dengan hiburannya yang menambah kesan menyenangkan dalam melakukan penelitian ini.
- (10) Teman-teman anggota “Green Polymer Lab” 2018, Way, Onny, Kak Akbar, Kak Ainun, Kak Ikhsan, Kak Rangga, Kak Soni, Kak Beta, dan teman-teman lab lainnya yang membantu penulis dalam menjalani hari-hari di lab polimer.
- (11) Teman-teman Teknik Metalurgi dan Material angkatan 2014 yang telah mewarnai hari-hari penulis selama 4 tahun dan sama-sama berjuang untuk lulus tahun ini.
- (12) Pihak-pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT. berkenan membalas segala semua kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Kota Deltamas, 10 Agustus 2018

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hanifan Arisyi
NIM : 123.14.009
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

STUDI AWAL PEMBUATAN BENANG BEDAH BERBAHAN DASAR POLIVINIL ALKOHOL (PVA) BERPENGUAT MIKROKRISTALIN SELULOSA (MCC) DARI ALGA HIJAU (*Cladophora sp.*)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di :

Pada tanggal :

Yang menyatakan

(.....)

ABSTRAK

Benang bedah merupakan biomaterial tekstil alami maupun sintetis yang digunakan untuk pembalutan luka dan regenerasi jaringan tubuh. Saat ini benang bedah yang digunakan terbuat dari bahan sintetis seperti PP, Polyester, dan Nylon atau bahan alami seperti *catgut* yang masing-masing memiliki permasalahan yakni berpotensi menimbulkan reaksi terhadap jaringan, menimbulkan reaksi imunogenitas, dan resiko penularan penyakit. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan adalah PVA yang tidak berpotensi menimbulkan reaksi jaringan karena sering digunakan untuk aplikasi medis seperti rekayasa jaringan, obat-obatan, dan lain-lain, selain itu memiliki sifat *biocompatible* dan *biodegradable*. Namun, PVA memiliki kekuatan yang rendah sehingga butuh penguat seperti selulosa. Selulosa dalam bentuk mikrokristalin merupakan bahan yang bersifat sangat kaku dengan modulus elastisitas mencapai 25 GPa sehingga berpotensi untuk dijadikan penguat dalam sistem komposit, selain itu selulosa memiliki gugus fungsi polar seperti PVA sehingga akan menghasilkan *interface* yang baik. Alga hijau (*Chlorophyta*) merupakan divisi terbesar dari semua divisi alga yang ada dan banyak dijumpai di perairan pantai. Alga hijau terdiri dari beberapa spesies, salah satunya adalah *Cladophora sp.* yang memiliki kandungan selulosa hingga 51%. Kandungan selulosa pada alga berpotensi untuk dimanfaatkan dalam aplikasi kesehatan seperti pembuatan benang bedah. Ekstraksi MCC dari alga dilakukan melalui tahap perlakuan basa, hidrolisis asam, dan *bleaching*. Perlakuan basa pada alga dilakukan pada variasi konsentrasi NaOH 1%, 5%, 10%, 15%, dan 17,5% dengan temperatur 100⁰C selama 2,5 jam. Hidrolisis asam dilakukan menggunakan larutan H₂SO₄ dengan variasi konsentrasi 0,1 M, 0,5 M, dan 1 M pada temperatur 100⁰C selama 3 jam. Pengujian kuantitatif dilakukan menggunakan Chesson-Datta, uji protein, uji lipid, dan uji abu, serta pengujian kualitatif dilakukan menggunakan FT-IR untuk mengetahui pengaruh perlakuan basa dan hidrolisis asam terhadap kandungan lignoselulosa dan inorganik pada alga. Pembuatan serat dilakukan menggunakan metode pemintalan basah dengan variasi komposisi MCC 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat PVA yang digunakan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perlakuan basa pada NaOH 17,5% dan hidrolisis asam 1 M dapat mengurangi kandungan hemiselulosa, lignin, protein, lipid, dan abu secara optimal. Penambahan MCC pada serat PVA menunjukkan adanya peningkatan dalam sifat mekanik dengan kondisi optimal diperoleh pada penambahan MCC 10% dengan kekuatan tarik 126,26 MPa, persen elongasi 12,63%, dan kekakuan sebesar 3372,94 MPa.

KATA KUNCI : Alga hijau, Benang bedah, Mikrokristalin Selulosa, Polivinil Alkohol, Serat.

ABSTRACT

Surgical suture is natural and synthetic textile biomaterials used for wound dressing and tissue regeneration. Generally, the materials of surgical sutures that frequently used in the world are made of synthetic materials such as polypropylene, polyester, and nylon, or natural materials such as catgut, silk, collagen which has the potential on cause tissue reaction, immunogenicity, and the risk of disease transmission. The alternative material that can be used is PVA which does not have potential to cause tissue reaction because it is usually used for medical application such as tissue engineering, medicine, etc. Furthermore, PVA has biocompatible and biodegradable properties. However, PVA has lower tensile strength so it needs reinforcement like cellulose. Cellulose in microcrystalline form is highly rigid material with modulus of elasticity up to 25 GPa so it has good potential as reinforced in composite. Moreover, cellulose has polar functional group which can exhibit good interface with PVA. Green algae (chlorophyta) is the largest division of algae that mostly can be found in coastal waters . One of the green algae species is Cladophora sp. which has cellulose content up to 51 % . Cellulose on algae is profitable to be applied for surgical suture material. The extraction of MCC from algae is carried out through alkali treatment, acid hydrolysis, and bleaching. Alkali treatment on algae was carried out on a variety of NaOH concentrations of 1%, 5%, 10%, 15%, and 17.5% with a temperature of 100⁰C for 2.5 hours. MCC extraction was carried out through an acid hydrolysis process using H₂SO₄ solution with a variety of concentrations of 0.1 M, 0.5 M, and 1 M at a temperature of 100⁰C for 3 hours. Quantitative testing was carried out using Chesson-Datta method, protein, lipid, and ash content examination. Qualitative testing was carried out using FT-IR to determine the effect of alkaline treatment and acid hydrolysis on lignocellulose and inorganic contents on algae. Fiber manufacturing is carried out using wet spinning method with variety in the composition of MCC 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, and 10% of the weight of solid PVA. The results of this study indicate that alkali treatment at 17.5% NaOH and 1 M acid hydrolysis optimally reduce the hemicellulose, lignin, protein, lipid and ash content. The addition of MCC to PVA fibers has been proven to increase the tensile strength of fiber where the optimal conditions occur at MCC 10% which has a tensile strength of 126.26 MPa, elongation of 12.63%, and stiffness of 3372,94 MPa.

KEYWORDS : *Fiber, Green algae, Microcrystalline cellulose, Polyvinyl alcohol, Surgical suture.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.5 Metodologi Penelitian	5
1.6 Sistematika Pembahasan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Selulosa.....	7
2.2 Mikrokristalin Selulosa (MCC).....	9
2.2.1 Ekstraksi selulosa melalui perlakuan basa.....	10
2.2.2 Ekstaksi MCC melalui hidrolisis asam.....	11
2.3 Alga hijau <i>Cladophora sp.</i>	13
2.4 Polivinil Alkohol (PVA).....	15
2.5 Pemintalan basah (<i>Wet spinning</i>)	17
2.6 Benang bedah	18
2.7 Metode Chesson-Datta	24
2.8 Pengujian tarik polimer	25
2.9 <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA).....	27
2.10 <i>Fourier Transformed Infrared Spectroscopy</i> (FT-IR).....	28
BAB 3 PROSEDUR PERCOBAAN	31
3.1 Diagram alir prosedur percobaan.....	31
3.2 Persiapan alga hijau <i>Cladophora sp.</i>	32
3.3 Pengujian kandungan kimia.....	33
3.3.1 Metode Chesson-Datta.....	33
3.3.2 Uji kandungan abu	33
3.3.3 Uji kandungan lipid	34
3.3.4 Uji kandungan protein	35

3.3.5	Pengujian kualitatif FT-IR	35
3.4	.Proses perlakuan basa	36
3.5	.Proses hidrolisis asam	36
3.6	.Proses penghilangan zat warna (<i>bleaching</i>).....	37
3.7	.Pengujian ukuran partikel MCC	37
3.8	.Pembuatan larutan PVA/MCC.....	38
3.7.1	Pembuatan larutan PVA 18 wt%/MCC 0 wt%	38
3.7.2	Pembuatan larutan PVA 18 wt%/MCC 2,5 wt%; 5 wt%; 7,5 wt%; dan 10 wt%	39
3.7.3	Kode sampel	39
3.9	Pembuatan serat PVA/MCC dengan pemintalan basah.....	40
3.10	Pengamatan morfologi serat	41
3.11	Pengujian tarik serat PVA/MCC.....	41
BAB 4	ANALISIS HASIL PERCOBAAN.....	44
4.1	Kandungan kimia alga hijau <i>Cladophora sp.</i>	44
4.2	Pengaruh konsentrasi basa terhadap kandungan alga pada perlakuan basa	45
4.3	Pengaruh konsentrasi asam terhadap kandungan alga pada hidrolisis asam	48
4.4	Proses <i>bleaching</i> dan identifikasi ukuran MCC.....	49
4.5	Pengamatan morfologi serat PVA/MCC	50
4.5.1	Analisis visual	50
4.5.2	Analisa permukaan serat dengan mikroskop.....	51
4.6	Sifat mekanik serat PVA/MCC.....	54
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 – Data propertis PVA	16
Tabel 2.2 – Penomoran benang bedah (sintetik) berdasarkan standar USP	22
Tabel 3.1 – Kode Sampel Serat PVA/MCC	39
Tabel 4.1 – Kandungan lignoselulosa alga hijau <i>Cladophora sp.</i> kondisi <i>native</i>	44
Tabel 4.2 – Kandungan protein, lipid, dan abu alga hijau <i>Cladophora sp.</i> kondisi <i>native</i>	45
Tabel 4.3 – Kandungan protein, lipid, dan abu alga hijau <i>Cladophora sp.</i> setelah perlakuan basa.....	46
Tabel 4.4 – Kandungan lignoselulosa alga hijau <i>Cladophora sp.</i> setelah perlakuan basa.....	46
Tabel 4.5 – Data PSA mikrokristalin selulosa (MCC)	49
Tabel 4.6 – Dimensi lebar, tebal, dan diameter serat PVA/MCC	53
Tabel 4.7 – Perbandingan nilai kuat tarik benang bedah dengan literatur	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur hirarki tumbuhan.....	7
Gambar 2.2. Struktur Molekul Selulosa	8
Gambar 2.3. Pembentukan mikrokristalin selulosa selama proses hidrolisis asam.....	9
Gambar 2.4 Ilustrasi Proses Perlakuan Basa	10
Gambar 2.5 Tahapan Hidrolisis.....	12
Gambar 2.6 (a) Alga hijau <i>Cladophora</i> , (b) Struktur filamen <i>Cladophora</i>	14
Gambar 2.7 Struktur Polivinil alkohol	16
Gambar 2.8 Skematik proses pemintalan basah skala industri.....	18
Gambar 2.9 <i>Drug delivery system</i>	19
Gambar 2.10 Klasifikasi benang bedah berdasarkan struktur	23
Gambar 2.11 Hasil SEM dari struktur (a) monofilamen dan (b) multifilament.....	23
Gambar 2.12 Tahapan metode Chesson-Datta	25
Gambar 2.13 Kurva tegangan-regangan polimer	25
Gambar 2.14 Prinsip kerja <i>Laser Diffraction</i>	27
Gambar 2.15 Prinsip kerja FT-IR	29
Gambar 3.1 Diagram alir prosedur percobaan.....	31
Gambar 3.2 <i>Soxhlet Extraction</i>	34
Gambar 3.3 Alat FT-IR Shimadzu Prestige 21	35
Gambar 3.4 <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA).....	38
Gambar 3.5 Skema alat pemintalan basah.....	40
Gambar 3.6. Alat pemintalan basah.....	40
Gambar 3.7 Alat uji tarik serat Textechno Favigraph	42
Gambar 4.1 Grafik variasi konsentrasi NaOH terhadap persen <i>yield</i> pada proses perlakuan basa	45
Gambar 4.2 Hasil Karakterisasi FT-IR alga <i>native</i> dan setelah proses perlakuan basa.....	47
Gambar 4.3 Grafik pengaruh variasi konsentrasi asam terhadap kandungan lignoselulosa	48
Gambar 4.4 (a) kondisi alga sebelum proses bleaching (b) Proses <i>bleaching</i> (c) Hasil <i>bleaching</i>	49
Gambar 4.5. Serat PVA/MCC (a) 0 wt%, (b) 2,5 wt%, (c) 5 wt%, (d) 7,5% wt%, 10 wt%	50
Gambar 4.6 Contoh penampakan beads pada serat tampak makro	51
Gambar 4.7. Contoh penampakan beads pada serat tampak mikro.....	51
Gambar 4.8 Serat <i>catgut</i> dan serat PVA/MCC tampak mikroskop.....	52
Gambar 4.9 (a) Serat berbentuk pipih pada variasi MCC 10 wt%, (b) Serat berbentuk silinder pada variasi MCC 0 wt%	52
Gambar 4.10 Grafik hubungan antara persentase MCC yang digunakan dengan kekuatan tarik serat.	54
Gambar 4.11 Pembentukan ikatan hidrogen antara PVA dan selulosa	55
Gambar 4.12 Perbandingan nilai kuat tarik benang bedah dengan literatur.....	56
Gambar 4.13. Grafik hubungan antara persentase MCC yang digunakan dengan kekakuan serat.	56
Gambar 4.14. Grafik hubungan antara persentase MCC yang digunakan dengan % elongasi serat.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	65
LAMPIRAN B	75