

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK *STARCH*
FOAM BERPENGUAT MIKROKRISTALIN SELULOSA ALGA
HIJAU (*Cladophora sp.*) SEBAGAI PENGGANTI *STYROFOAM***

TUGAS AKHIR

**ARIS NURDIANSYAH
123.14.010**

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 : ARIS NURDIANSYAH

NIM : 123.14.010

Tanda Tangan :

Tanggal :

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK *STARCH FOAM*
BERPENGUAT MIKROKRISTALIN SELULOSA ALGA HIJAU
(*Cladophora sp.*) SEBAGAI PENGGANTI *STYROFOAM***

TUGAS AKHIR

**ARIS NURDIANSYAH
123.14.010**

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

Menyetujui,

Kota Deltamas, 20 Agustus 2018

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. rer. nat. Mardiyati, S.Si., M.T. **Raden Reza Rizkiansyah, S.T., M.T.**
NIP 197609172010122001 NIP 19920119201804558

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Metalurgi dan Material

Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T.,M.T.
NIP 197412042008011011

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Pembuatan Dan Karakterisasi Bioplastik *Starch Foam* Berpenguat Mikrokrystalin Selulosa Alga Hijau (*Cladophora Sp.*) Sebagai Pengganti *Styrofoam*”. Laporan tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik dan Desain Institut Teknologi dan Sains Bandung.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, laporan tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah memberi dukungan, bimbingan, dan kesempatan kepada penulis hingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan. Berikut ucapan terimakasih penulis untuk:

1. Kedua orang tua, Bapak Sunjana Prajayana dan Ibu Siti Zulaeha serta saudara kandung Abdul Azis Firmansyah, S.T. dan Fitri Damayanti yang senantiasa mendoakan dan tak kenal lelah serta tanpa pamrih telah memberikan perhatian, *support*, motivasi, dan dukungan baik moril maupun materil.
2. Dr. Eng Akhmad Ardian Korda S.T., M.T. selaku ketua program studi Teknik Metalurgi dan Material ITS B.
3. Dr. rer. nat. Mardiyati, S.Si., M.T. selaku pembimbing I yang telah memberikan saran serta arahan kepada penulis dari awal hingga akhir dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
4. Raden Reza Rizkiansyah, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang juga telah memberikan saran serta arahan kepada penulis dari awal hingga akhir dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Steven, S.T., M.T. selaku asisten lab yang senantiasa memberikan saran serta arahan kepada penulis dari awal hingga akhir dalam penulisan laporan tugas akhir ini.

6. Seluruh dosen Teknik Metalurgi dan Material ITSB yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
7. Hanifan Arisyi, Kartika Meisalina, dan Fresty Marseli selaku teman seperjuangan penulis selama melakukan penelitian tugas akhir di Lab. Polimer.
8. Kak Silvia, Daniel, dan Sayyidah yang selalu memberikan saran, motivasi, dan kritik yang membangun selama penulis melakukan penelitian tugas akhir di Lab. Polimer.
9. Teman-teman di Green Polymer Lab yang telah banyak membantu baik selama proses pengerjaan tugas akhir maupun dalam memperoleh data yang saya perlukan.
10. Andoro, Shindu, Galuh, Marsha, Kadya, Deden, Malik, dan Mahyar selaku teman dekat penulis yang selalu memberikan *support* selama kegiatan di dalam maupun di luar kampus.
11. Sarah Ulfa selaku *supporting system* penulis yang tak pernah henti memberikan motivasi, saran, masukan, kritik, dan dukungan baik moril maupun materil selama penulis melakukan penelitian tugas akhir.
12. Teman-teman seperjuangan TMM 14 yang telah memberikan dukungan serta cerita dan kenangan indah selama masa perkuliahan.
13. Seluruh masa HIMATAMA ITSB atas doa dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Bandung, 20 Agustus 2018

Penulis,
Aris Nurdiansyah

**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 : Aris Nurdiansyah
NIM : 123.14.010
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 :

“Pembuatan Dan Karakterisasi Bioplastik *Starch Foam* Berpenguat Mikrokrystalin Selulosa Alga Hijau (*Cladophora Sp.*) Sebagai Pengganti *Styrofoam*”

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 : Kota Deltamas
Pada tanggal : 20 Agustus 2018
Yang menyatakan

(.....)

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	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Bioplastik	6
2.2 <i>Styrofoam</i>	8
2.3 Selulosa	9
2.4 Mikrokristalin Selulosa	11
2.4.1 Ekstraksi Selulosa Melalui Perlakuan Basa	13
2.4.2 Ekstraksi MCC Melalui Perlakuan Asam	14
2.5 Alga Hijau <i>Cladophora sp.</i>	16
2.6 Pati	18
2.6.1 Gelatinisasi Pati	22
2.7 <i>Poly(Vinyl Alcohol)</i> (PVA)	23
2.8 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FT-IR)	25
2.9 Sifat Mekanik Polimer	25
2.9.1 Pengujian Tarik Polimer	26
2.9.2 Karakteristik Tegangan-Regangan Polimer	26
BAB III PROSEDUR PERCOBAAN	28
3.1 Diagram Alir Prosedur Percobaan	28
3.2 Persiapan Alga Hijau <i>Ulva lactuca</i>	29
3.3 Pengujian Kandungan Kimia	29
3.3.1 Uji Kandungan Protein	29
3.3.2 Uji Kandungan Lipid	30
3.3.3 Uji Kandungan Abu	30
3.3.4 Metode Chesson-Datta	31
3.3.5 Pengujian Kualitatif FT-IR	31

3.4	Perlakuan Basa (Alkalisasi)	32
3.5	Perlakuan Asam (Hidrolisis)	32
3.6	Proses Penghilangan Zat Warna (<i>Bleaching</i>)	33
3.7	Pengujian Ukuran Partikel	34
3.8	Pembuatan Bioplastik <i>Starch Foam</i>	34
	3.8.1 Pembuatan Sampel Kontrol (0% MCC)	34
	3.8.2 Pembuatan <i>Starch Foam</i> Dengan Variasi MCC 1%, 3%, dan 5%	35
	3.8.3 Kode Sampel	36
3.9	Pengujian Tarik <i>Starch Foam</i>	37
3.10	Pengujian <i>Contact Angle Measurement</i>	38
BAB IV	ANALISIS HASIL PERCOBAAN	40
4.1	Kandungan Kimia Alga Hijau <i>Cladophora sp.</i>	40
4.2	Pengaruh Perlakuan Basa Terhadap Kandungan Kimia Alga	40
4.3	Pengaruh Perlakuan Asam (Hidrolisis) Terhadap Kandungan Kimia Alga	44
4.4	Penghilangan Zat Warna (<i>Bleaching</i>) dan Identifikasi Ukuran MCC	46
4.5	Pengujian Tarik <i>Starch Foam</i>	47
4.6	Pengujian <i>Contact Angle Measurement</i>	49
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	50
	DAFTAR PUSTAKA	52
	LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persentase Amilosa Dan Amilopektin Pada Berbagai Sumber Pati	20
Tabel 2.2	Karakteristik Fisik Dari PVA	24
Tabel 3.1	Kode Sampel Berdasarkan Variasi MCC	36
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Kandungan Kimia Alga Hijau <i>Cladophora</i> <i>sp. Native</i>	40
Tabel 4.2	Data <i>Yield</i> Setelah Proses Alkalisasi	41
Tabel 4.3	Data Ukuran MCC Hasil Pengujian PSA	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penggunaan Bioplastik Dalam Berbagai Bidang Pada Tahun 2016	6
Gambar 2.2	Klasifikasi Plastik Berdasarkan Biodegradabilitasnya	7
Gambar 2.3	Kapasitas Produksi Global Bioplastik Pada Tahun 2018	7
Gambar 2.4	Kemasan <i>Styrofoam</i> Sebagai Wadah Makanan	8
Gambar 2.5	Selulosa Dalam Dinding Sel	9
Gambar 2.6	Struktur Selulosa	10
Gambar 2.7	Depolimerisasi Rantai Selulosa Menjadi Selulosa Mikrokrystalin	12
Gambar 2.8	Ilustrasi Proses Perlakuan Basa	13
Gambar 2.9	Tahapan Hidrolisis	15
Gambar 2.10	Struktur Berfilamen Alga Hijau <i>Cladophora sp.</i>	18
Gambar 2.11	Hasil SEM Granula Pati; (a) Kentang; (b) Gandum; (c) Sorgum; Dan (d) Jagung	19
Gambar 2.12	Skema Susunan Amilosa Dan Amilopektin Di Dalam Granula Pati	20
Gambar 2.13	Struktur Rantai Pati, (a) Amilosa; (b) Amilopektin	21
Gambar 2.14	Mekanisme Gelatinasi Dan Retrogradasi	22
Gambar 2.15	Struktur PVA (a) <i>Partially Hydrolyzed</i> ; (b) <i>Fully Hydrolyzed</i> ..	23
Gambar 2.16	Struktur Ataktik Pada PVA	24
Gambar 2.17	Kurva Tegangan-Regangan Pada (A) Polimer Getas, (B) Polimer Plastis, (C) Elastomer	26
Gambar 3.1	Diagram Alir Prosedur Percobaan	28
Gambar 3.2	Soxhlet Yang Sudah Dimodifikasi	30
Gambar 3.3	Alat FT-IR Shimadzu Prestige 21	32
Gambar 3.4	Horiba <i>Particle Size Analyze</i>	34
Gambar 3.5	Cetakan Pembuatan <i>Starch Foam</i>	35
Gambar 3.6	Foto Sampel	37
Gambar 3.7	Spesimen Uji Tarik	37
Gambar 3.8	Alat Uji Tarik Tensilon RTF-1310	38
Gambar 3.9	Goniometer yang telah dimodifikasi	38
Gambar 4.1	<i>Yield</i> Ekstraksi Setelah Proses Alkalisasi	41
Gambar 4.2	Perubahan Kandungan Kimia Alga Terhadap Konsentrasi Alkalisasi	42
Gambar 4.3	Kemurnian Selulosa Setelah Proses Alkalisasi	42
Gambar 4.4	a) Spektrum FTIR Normalisasi Pada Bilangan Gelombang 1724 cm^{-1} Di Rentang $4500\text{-}500\text{ cm}^{-1}$ b) Daerah <i>Fingerprint</i> Pada Spektrum Dari Sampel <i>Cladophora sp. Native</i> Dan Hasil Perlakuan Basa	43
Gambar 4.5	Diagram Batang Nilai Absorbansi Pada Puncak 1650 Dan 1540 cm^{-1}	44
Gambar 4.6	Perubahan Kandungan Kimia Alga Terhadap Konsentrasi Asam Sulfat	45
Gambar 4.7	Kemurnian Selulosa Setelah Proses Hidrolisis	45

Gambar 4.8	Ilustrasi Ikatan Sekunder Yang Terhalang Kromofor	46
Gambar 4.9	Hasil Pengujian Tarik Bioplastik <i>Starch Foam</i> Dan <i>Styrofoam</i> Komersial a) Modulus Elastisitas; b) Kekuatan Tarik; dan c) Persen Elongasi	47
Gambar 4.10	Ilustrasi Munculnya Void Akibat Perbedaan Elastisitas MCC Dan Pati	51
Gambar 4.11	Sudut Kontak Yang Terbentuk Terhadap Variasi Jumlah MCC	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengujian Tarik Bioplastik <i>Starch Foam</i>	57
Lampiran 2 Hasil Pengujian Suduk Kontak Bioplastik <i>Starch Foam</i>	59