

LAPORAN TESIS

**PERLAKUAN SUHU DAN WAKTU PROSES PEMBUATAN BIOFOAM
MENGUNAKAN SERAT KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*) SEBAGAI
FILLER UNTUK MENINGKATKAN MUTU MEKANIS**

**FERI RAHMADANI
NIM 2320834310008**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT BANJARBARU
2025**

LAPORAN TESIS

**PERLAKUAN SUHU DAN WAKTU PROSES PEMBUATAN BIOFOAM
MENGUNAKAN SERAT KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*) SEBAGAI
FILLER UNTUK MENINGKATKAN MUTU MEKANIS**

**FERI RAHMADANI
NIM 2320834310008**

**Laporan Tesis
Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
(Magister Teknik Kimia)**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT BANJARBARU
2025**

LEMBAR PENGESAHAN
TESIS PROGRAM STUDI S-2 TEKNIK KIMIA

**Perlakuan Suhu dan Waktu Proses Pembuatan Biofoam
Menggunakan Serat Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*) Sebagai
Makro Filler Untuk Meningkatkan Mutu Mekanis**

Oleh:

Feri Rahmadani (2320834310008)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 02 Januari 2025 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

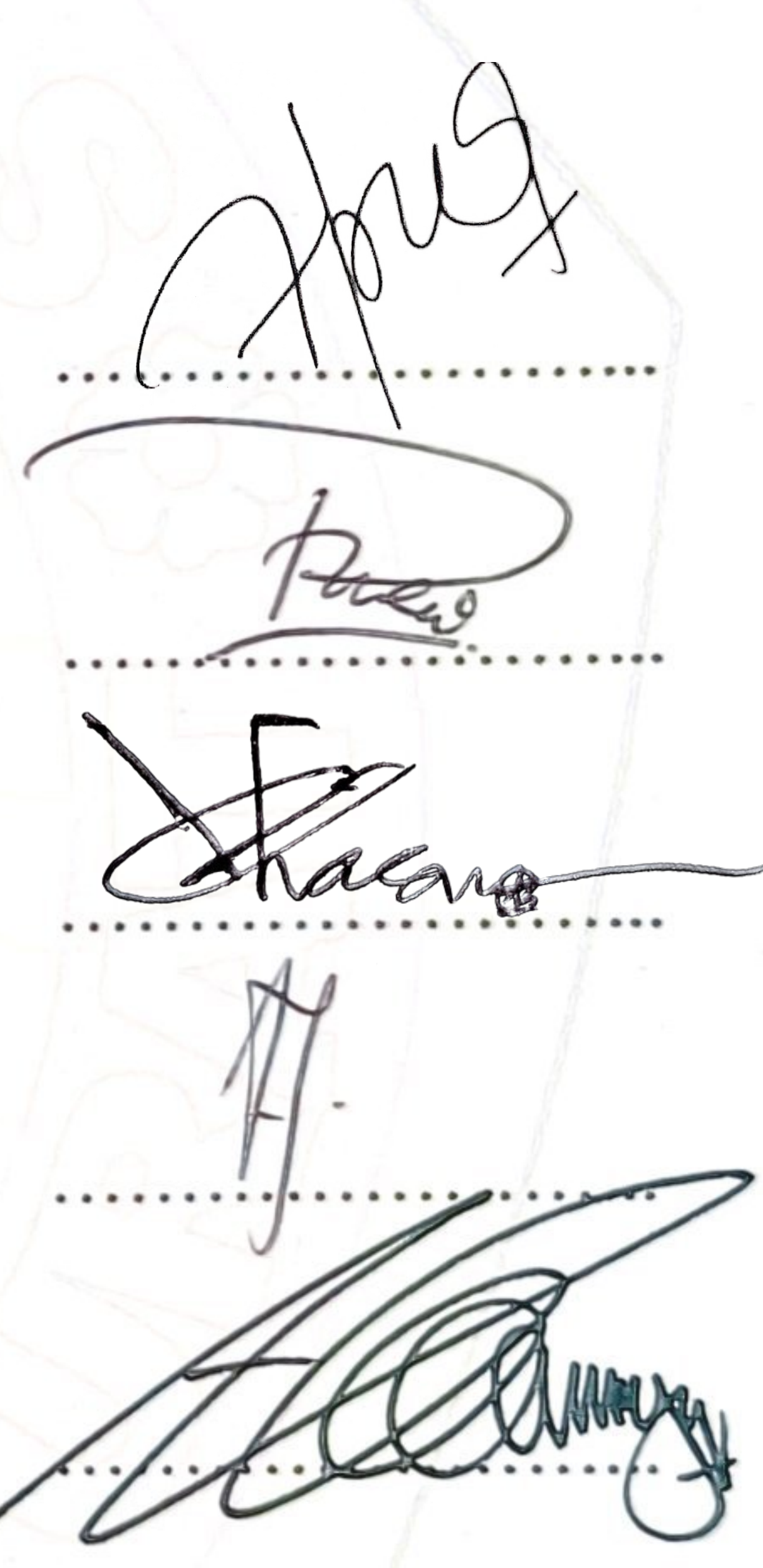
Ketua : Dr. Abubakar Tuhuloula, S.T., M.T.
NIP. 19750820 200501 1 001

Anggota 1 : Primata Mardina, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19810324 200604 2 002

Anggota 2 : Prof. Ir. Chairul Irawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19750404 200003 1 002

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Isna Syauqiah, S.T., M.T.
NIP. 19690608 199702 2 002

Pembimbing Pendamping : Prof. Ir. Agung Nugroho., S.TP., M.Sc., Ph.D.
NIP. 19830719 200801 1 005



Banjarbaru,
diketahui dan disahkan oleh :

**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**



Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 197401071998021001

**Koordinator Program Studi
S-2 Teknik Kimia,**



Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T.
NIP. 197608192003121001

Agus

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Feri Rahmadani

NIM : 2320834310008

Program Studi : Magister Teknik Kimia

Fakultas : Teknik

Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat

Judul Tesis : **“Perlakuan Suhu Dan Waktu Proses Pembuatan Biofoam Menggunakan Serat Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) Sebagai Filler Untuk Meningkatkan Mutu Mekanis”**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dicantumkan sebagai kutipan/acuan dalam naskah dengan disebutkan sumber kutipan/acuan dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Tesis ini hasil jiplakan, plagiat maupun manipulasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat dan tanpa paksaan dari siapapun.

Banjarbaru, Januari 2025
Yang Membuat Pernyataan

Feri Rahmadani
NIM. 2320834310008

RINGKASAN

Bahan kemasan plastik adalah hal yang sangat penting dalam kehidupan manusia khususnya dalam industri makanan, padahal kemasan plastik menjadi masalah bagi lingkungan karena tidak mudah terurai. Biofoam atau *biodegradable foam* telah banyak dikembangkan agar dapat mengurangi sampah lingkungan akibat penggunaan kemasan plastik. Biofoam dibuat dari bahan dasar pati yang bersifat *biodegradable*. Penggunaan pati memiliki keterbatasan seperti sifatnya yang rapuh dan mudah rusak. Kelemahan ini dapat diatasi dengan cara memperkuat bahan dengan menambahkan serat nabati. Fiber kelapa sawit (FKS) merupakan salah satu bahan hasil pertanian yang ramah lingkungan, yang ketersediaannya melimpah sebagai sumber serat.

Proses pencetakan biofoam dilakukan dengan metode *Thermopressing* dengan alat cetak berbentuk tray. Formulasi adonan terdiri dari variasi antara ukuran serat U1 (0-3 mm) dan U2 (3-8 mm), waktu (150,180,210 dan 240 detik), dan suhu (180°C, 190°C, 200°C, 210°C). Adapun uji yang dilakukan yaitu Uji Kadar air, daya serap air, kuat tarik, kuat tekan, densitas, biodegradasi 14 hari dan biodegradasi 28 hari. Setelah semua uji dilakukan kemudian dilakukan penentuan hasil terbaik yang kemudian hasilnya karakterisasi lanjutan menggunakan uji SEM, FTIR dan TGA. Hasil terbaik biofoam juga dilakukan perhitungan harga pokok produksi untuk mendapatkan harga satuan biofoam.

Didapatkan hasil penelitian bahwa karakteristik biofoam tray terbaik didapatkan pada sampel dengan kode U1W3B (serat halus, 210 detik pada suhu 190°C dengan kuat tekan 0,023 N/mm², kuat tarik 0,083 N/mm², biodegradabilitas 82,21%, nilai densitas 0,54 g/ml, kadar air 7,56% dan daya serap air 5,46%), dan sampel dengan kode U2W4D (serat kasar, 240 detik pada suhu 210°C) dengan kuat tekan 0,027 N/mm², kuat tarik 0,062 N/mm², biodegradabilitas 93,10%, nilai densitas 0,49 g/ml, kadar air 4,77 % dan daya serap air 7,49% dan nilai harga pokok produksi untuk biofoam dengan karakteristik terbaik sebesar Rp1.138/produk.

SUMMARY

Plastic packaging materials are essential in human life, especially in the food industry. However, plastic packaging has become an environmental issue due to its difficulty in decomposition. Biofoam or biodegradable foam has been extensively developed to reduce environmental waste caused by plastic packaging. Biofoam is made from starch-based materials that are biodegradable. The use of starch has limitations, such as its brittle nature and susceptibility to damage. This weakness can be overcome by strengthening the material with the addition of plant fibers. Palm kernel fiber (PKF) is one of the environmentally friendly agricultural byproducts, abundant as a source of fiber.

The biofoam molding process is carried out using the Thermopressing method with a tray-shaped mold. The dough formulation consists of variations in fiber size U1 (0-3 mm) and U2 (3-8 mm), time (150, 180, 210, and 240 seconds), and temperature (180°C, 190°C, 200°C, 210°C). The tests conducted include moisture content, water absorption, tensile strength, compressive strength, density, 14-day biodegradation, and 28-day biodegradation. After all tests are performed, the best results are selected, followed by further characterization using SEM, FTIR, and TGA tests. The best biofoam sample is also subjected to cost of production calculation to determine the unit price.

The research results indicate that the best biofoam tray characteristics were obtained from the sample with the code U1W3B (fine fiber, 210 seconds at 190°C) with compressive strength of 0.023 N/mm², tensile strength of 0.083 N/mm², biodegradability of 82.21%, density of 0.54 g/ml, moisture content of 7.56%, and water absorption of 5.46%. Another best sample, with the code U2W4D (coarse fiber, 240 seconds at 210°C), exhibited compressive strength of 0.027 N/mm², tensile strength of 0.062 N/mm², biodegradability of 93.10%, density of 0.49 g/ml, moisture content of 4.77%, and water absorption of 7.49%. The cost of production for the biofoam with the best characteristics was calculated at Rp1,138 per product.

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Feri Rahmadani dilahirkan di Desa Batu Ampar, Kecamatan Batu Ampar, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan pada tanggal 7 Desember 1999. Anak pertama dari dua bersaudara, putra dari pasangan Bapak Paryono dan Ibu Dwi Ningsih. Penulis mengawali pendidikan dasar di SD Negeri Batu Ampar dan lulus pada Tahun 2012. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Batu Ampar dan lulus pada Tahun 2015. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Pelaihari dan lulus pada Tahun 2018.

Setelah lulus dari SMA penulis memutuskan untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Universitas Lambung Mangkurat Fakultas Pertanian Program Studi Sarjana (S-1) Teknologi Industri Pertanian. Selama masa studi sarjana, penulis aktif dalam beberapa organisasi kemahasiswaan diantaranya, KPU-M FAPERTA ULM periode 2019 dan Anggota Departemen Pengembangan Sumberdaya Mahasiswa Himpunan Mahasiswa Teknologi Industri Pertanian (HIMATEKIN) FAPERTA ULM periode 2020. Hingga akhirnya penulis lulus pada program S1 pada bulan November 2022. Penulis kemudian memutuskan untuk bekerja di PT. Gawi Makmur Kalimantan, PKS Jorong, yang bergerak pada produksi CPO sebagai “mandor produksi”, dari Januari 2023 - September 2024 sebelum akhirnya penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Pascasarjana pada Program Studi Magister Teknik Kimia di Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat pada September 2024.

Penulis melaksanakan penelitian Tesis dengan judul “Perlakuan Suhu Dan Waktu Proses Pembuatan Biofoam Menggunakan Serat Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) Sebagai Filler Untuk Meningkatkan Mutu Mekanis” di bawah bimbingan Dr. Ir. Isna Syauqiah, S.T., M.T. dan Prof. Ir. Agung Nugroho., S.TP., M.Sc., Ph.D. Melalui pendidikan yang dijalani selama ini, penulis terus berupaya untuk mengembangkan kompetensi di bidang akademik khususnya teknik kimia dan memberikan kontribusi nyata bagi masyarakat. Harapannya, pendidikan yang ditempuh dapat menjadi bekal yang bermanfaat bagi penulis serta mendukung pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya maka penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul “**PERLAKUAN SUHU DAN WAKTU PROSES PEMBUATAN BIOFOAM MENGGUNAKAN SERAT KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*) SEBAGAI FILLER UNTUK MENINGKATKAN MUTU MEKANIS**”. Tujuan penulisan tesis ini dalam rangka memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar magister pada Program Studi Magister Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat.

Penulisan tesis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang membantu dalam penyusunannya, maka penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-sebesarnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis yaitu **Bapak Paryono** dan **Ibu Dwi Ningsih** yang senantiasa memberikan dukungan berupa semangat, motivasi, dana dan doa bagi penulis agar penulis dapat menyelesaikan perkuliahan hingga saat ini.
2. **Dr. Ir. Isna Syauqiah, S.T., M.T.** sebagai dosen pembimbing utama yang telah membimbing dan meluangkan waktu untuk memberikan masukan, saran dan ilmunya selama penyelesaian penelitian hingga penulisan tesis ini.
3. **Prof. Ir. Agung Nugroho., S.TP., M.Sc., Ph.D.** sebagai dosen pembimbing pendamping sekaligus dosen pembimbing saat penulis menempuh pendidikan S1, yang telah memberikan bimbingan, support (material/non material), saran dan masukan bagi penulis hingga penulisan tesis selesai dilaksanakan.
4. **Bapak Dr. Abubakar Tuhouloula, S.T., M.T., Ibu Primata Mardina, S.T., M.Eng., Ph.D.** dan **Bapak Prof. Ir. Chairul Irawan, S.T., M.T., Ph.D.** selaku dosen penguji tesis ini yang telah memberikan masukan yang bermanfaat bagi penulis.
5. **Seluruh dosen Program Studi Magister Teknik Kimia** yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang senantiasa memberikan ilmu dan pengajaran yang bermanfaat bagi penulis selama masa perkuliahan.
6. **Seluruh teman angkatan 2023 (Allam, Vina, Evia, Andre, Ka Hilda dan Ka Niluh)** yang selalu memberikan dukungan, motivasi, semangat dan bantuan semasa perkuliahan.

7. Diri saya sendiri **Feri Rahmadani**, yang selalu berusaha dan bersemangat menjalani perkuliahan, selalu bisa diandalkan, selalu sabar dan tenang dengan keadaan yang ada, selalu yakin bahwa semuanya akan baik-baik saja dan telah menjadi pribadi yang selalu yakin bahwa apa yang telah ditetapkan oleh Allah pasti akan tiba pada saat yang tepat, hingga sepatutnya penulis merasa bangga karena telah berapa pada titik ini tentunya tidak karena diri sendiri namun dari bantuan berbagai pihak.
8. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terimakasih untuk semua masukan, bantuan dan kerjasamanya.

Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat karunia-Nya dan membalas segala kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan tesis ini serta, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan

Banjarbaru, Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
RIWAYAT HIDUP PENULIS	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Batasan Penelitian	7
1.6 Luaran yang Diharapkan	7
1.7 Hipotesis Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 <i>Styrofoam</i>	9
2.1 <i>Biofoam Tray</i>	10
2.3 Metode <i>Thermopressing</i>	12
2.4 Pati Tapioka.....	14
2.5 Fiber Kelapa Sawit (FKS)	16
2.6 State of The Art	19

BAB III METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Alat.....	20
3.2 Bahan.....	20
3.3 Rancangan Percobaan.....	21
3.4 Variabel Penelitian	21
3.4.1 Variabel Bebas	22
3.4.2 Variabel Terikat	22
3.4.3 Variabel Tetap.....	22
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	22
3.6 Prosedur Penelitian.....	24
3.6.1 Persiapan Fiber Kelapa Sawit (FKS)	24
3.6.2 Proses Pembuatan Biofoam.....	24
3.7 Karakterisaasi FKS	27
3.7.1 Uji Kadar Minyak	27
3.7.2 Uji Kadar Air.....	27
3.8 Karakterisaasi Tahap Awal.....	28
3.8.1 Uji Kadar Air Biofoam.....	28
3.8.2 Daya Serap Air.....	28
3.8.3 Densitas	29
3.8.4 Kuat Tarik (<i>Tensile strength</i>).....	29
3.8.5 Kuat Tekan (<i>Compressive Strength</i>)	30
3.8.6 Biodegradabilitas.....	30
3.9 Karakteristik Tahap Lanjut.....	31
3.9.1 <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	31
3.9.2 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)</i>	31
3.8.3 <i>Thermogravimetric analysis (TGA)</i>	31

3.10 Analisis Data	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Karakteristik Bahan Baku	33
4.2 Karakteristik Biofoam	34
4.3 Karakterisasi Tahap Awal	36
4.3.1 Kadar Air	36
4.3.2 Daya serap air	40
4.3.3 Densitas.....	43
4.3.4 Kuat Tarik (<i>Tensile strength</i>).....	46
4.3.5 Kuat Tekan (<i>Compressive Strength</i>).....	49
4.3.6 Biodegradabilitas	51
4.4 Penentuan Hasil Terbaik.....	55
4.5 Karakterisasi Lanjutan.....	63
4.5.1 SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	63
4.5.2 FTIR (<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>).....	66
4.5.3 TGA (<i>Thermogravimetric Analysis</i>).....	68
4.6 Perhitungan Biaya Penyusutan	71
4.7 Perhitungan Harga Pokok Produksi	72
BAB V KESIMPULAN	75
DAFTAR PUSTAKA	76

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR	xiii
Gambar 2.1 Struktur umum fiber alam.....	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.2. Alat <i>thermopressing</i>	26
Gambar 4.1 Kenampakan fisik serat buah kelapa sawit yang digunakan: a) serat berukuran 0-3mm; b) serat berukuran 3-8mm.....	33
Gambar 4.2 Kenampakan biofoam yang dihasilkan dari proses pencetakan	36
Gambar 4.3 Grafik rataan pengaruh perlakuan terhadap kadar air	37
Gambar 4.4 Grafik rataan pengaruh perlakuan terhadap daya serap air	41
Gambar 4.5 Grafik rataan pengaruh perlakuan terhadap nilai densitas.....	44
Gambar 4.6 Grafik rataan pengaruh perlakuan terhadap nilai kuat tarik	47
Gambar 4.7 Grafik rataan pengaruh perlakuan terhadap nilai kuat tekan.....	50
Gambar 4.8 Grafik rataan pengaruh perlakuan terhadap biodegradasi 14 hari	52
Gambar 4.9 Grafik rataan pengaruh perlakuan terhadap biodegradasi 14 hari	54
Gambar 4.11 Grafik analisa FTIR pada biofoam terbaik serat halus	66
Gambar 4.12 Grafik analisa FTIR pada biofoam terbaik serat kasar.	67
Gambar 4.13 Grafik analisa TGA pada biofoam terbaik serat halus.....	68
Gambar 4.14 Grafik analisa TGA pada biofoam terbaik serat kasar.....	69
Gambar 4.15 Grafik analisa TGA terhadap % kehilangan massa.....	70

DAFTAR TABEL

DAFTAR Tabel.....	ixiii
Tabel 2.1. Tabel Penelitian terkait.....	19
Tabel 3.1. Formulasi adonan biofoam.....	21
Table 4.1. Karakterisasi Pati Tapioka.....	34
Table 4.2 Karakterisasi serat buah kelapa sawit.....	34
Tabel 4.3 Nilai kepentingan pada tiap parameter uji.....	56
Tabel 4.4. Nilai pembobotan pada tiap parameter uji	57
Tabel 4.5 Hasil nilai tiap parameter uji pada serat berukuran 0-3 mm	58
Tabel 4.6 Hasil nilai tiap parameter uji pada serat berukuran 3-8 mm	58
Tabel 4.7 Hasil perangkingan berdasarkan nilai uji serat 0-3 mm	59
Tabel 4.8 Hasil perangkingan berdasarkan nilai uji serat 3-8 mm	59
Tabel 4.9 Nilai bobot pada sampel dalam tiap parameter uji	60
Tabel 4.10 Pembobotan pada nilai hasil uji tiap parameter pada serat 0-3 mm....	61
Tabel 4.11 Pembobotan pada nilai hasil uji tiap parameter pada serat 3-8 mm....	61
Tabel 4.12 Hasil perkalian antara bobot parameter dengan bobot nilai hasil uji tiap parameter pada serat berukuran 0-3 mm	62
Tabel 4.13 Hasil perkalian antara bobot parameter dengan bobot nilai hasil uji tiap parameter pada serat berukuran 3-8 mm	62
Tabel 4.14. Perhitungan biaya listrik proses produksi	72
Tabel 4.15 Perhitungan harga pokok produk biofoam dengan penambahan	73

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

FKS	Fiber kelapa sawit	4
EPS	<i>Expanded polystiren</i>	9
SEM	<i>Scanning Electron Microscopy</i>	20
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>	20
TGA	<i>Thermogravimetric analysis</i>	20