

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH PENAMBAHAN LIGNIN TERHADAP**  
**DEGRADASI TERMAL DAN KARAKTERISTIK GUGUS**  
**FUNGSI BIODKOMPOSIT POLIPROPILENA-LIGNIN**  
**DI PUSAT PENELITIAN KIMIA – LEMBAGA ILMU**  
**PENGETAHUAN INDONESIA (LIPI)**  
**(Periode Februari - Mei 2018)**



**OLEH:**  
**LUKAS VALENTIN**                      **(1514039)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER**  
**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**  
**JAKARTA**  
**2018**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN LIGNIN TERHADAP  
DEGRADASI TERMAL DAN KARAKTERISTIK GUGUS  
FUNGSI BOKOMPOSIT POLIPROPILENA-LIGNIN  
DI PUSAT PENELITIAN KIMIA – LEMBAGA ILMU  
PENGETAHUAN INDONESIA (LIPI)**

**(Periode Februari - Mei 2018)**

Diajukan sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik  
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta



**OLEH:**

**LUKAS VALENTIN (1514039)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER  
POLITEKNIK STMI JAKARTA  
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I  
JAKARTA  
2018**



**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**  
**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS**  
**AKHIR**

JUDUL PENELITIAN

PENGARUH PENAMBAHAN LIGNIN TERHADAP DEGRADASI TERMAL  
DAN KARAKTERISTIK GUGUS FUNGSI BOKOMPOSIT  
POLIPROPILENA-LIGNIN

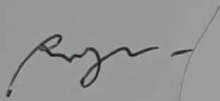
DISUSUN OLEH:

NAMA : LUKAS VALENTIN  
NIM : 1514039  
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia  
Polimer pada Politenik STMI Jakarta pada hari Selasa, 04 September 2018.

Jakarta, September 2018

Penguji I



**Ir. Roosmariharso, MBA**  
NIP. 195405231980031004

Penguji II



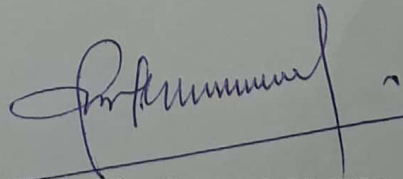
**Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng**  
NIP. 195609101984032002

Penguji III



**Syaiful Ahsan, S.T, M.T**  
NIP. 198407162014021001

Penguji IV



**Ir. Parulian Leonard, M. MM**  
NIP. 195702141985031002

**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**  
**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS**  
**AKHIR**

JUDUL PENELITIAN:

PENGARUH PENAMBAHAN LIGNIN TERHADAP DEGRADASI TERMAL  
DAN KARAKTERISTIK GUGUS FUNGSI BIOKOMPOSIT  
POLIPROPILENA-LIGNIN

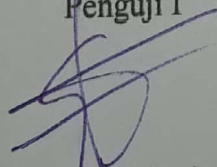
DISUSUN OLEH:

NAMA : LUKAS VALENTIN  
NIM : 1514039  
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Seminar Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politenik STMI Jakarta pada hari Senin, 6 Agustus 2018.

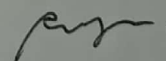
Jakarta, Agustus 2018

Penguji I



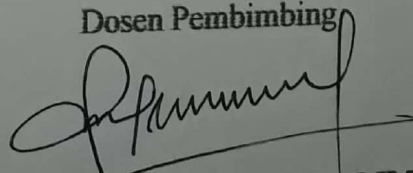
**Dr. Erfina Oktariani, S.T, M.T**  
NIP. 198210012014022001

Penguji II



**Ir. Roosmariharso, MBA**  
NIP.195405231980031004

Dosen Pembimbing



**Ir. Pardian Leonard, M. MM**  
NIP.195702141985031002

**POLITEKNIK STMI JAKARTA KEMENTERIAN  
PERINDUSTRIAN R.I**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

JUDUL PENELITIAN:

PENGARUH PENAMBAHAN LIGNIN TERHADAP  
DEGRADASI TERMAL DAN KARAKTERISTIK GUGUS FUNGSI  
BIOKOMPOSIT POLIPROPILENA-LIGNIN

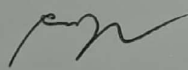
DISUSUN OLEH :  
NAMA : LUKAS VALENTIN  
NIM : 1514039  
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik  
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

Jakarta, Agustus 2018

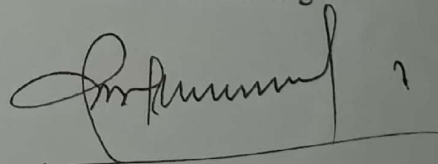
Menyetujui

Ketua Program Studi  
Teknik Kimia Polimer



**Ir. Roosmariharso, MBA.**  
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing



**Ir. P. Leonard Marpaung, MM**  
NIP. 195702141985031002

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING PENELITIAN

### LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING PENELITIAN

JUDUL PENELITIAN

Pengaruh Penambahan Lignin Terhadap Degradasi Termal dan Karakteristik  
Gugus Fungsi Biokomposit Polipropilena-Lignin

DISUSUN OLEH :

NAMA : Lukas Valentin

NIM : 1514039

PROGRAM STUDI : Teknik Kimia Polimer

Jakarta, SEPTEMBER 2023.

Telah diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing



M. Ghozali, ST, MT

NIP. 198012252005021002

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Kami Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,  
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Lukas Valentin

NIM : 1514039

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir Penelitian yang kami buat dengan judul Pengaruh Penambahan Lignin Terhadap Degradasi Termal dan Karakteristik Gugus Fungsi Biokomposit Polipropilena-Lignin:

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir Penelitian ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir Penelitian kami.

Jika terbukti kami tidak memenuhi apa yang telah kami nyatakan seperti apa yang di atas, maka karya Tugas Akhir Penelitian kami ini dibatalkan.

Jakarta, Juli 2018



Lukas Valentin

**LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR PENELITIAN**

Nama : Lukas Valentin  
 NIM : 1514039  
 Judul TA Penelitian : Pengaruh Penambahan Lignin Terhadap Degradasi Termal dan Karakteristik Gugus Fungsi Biokomposit Polipropilena-Lignin  
 Pembimbing : Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM.

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
18 Mei 2018	Bab I - Iii	Pengajuan dan revisi proposal penelitian	
21 Mei 2018	Bab I - Iii	Acc proposal, pengumpulan revisian proposal dan ditetapi proposal	
7 Juni 2018	Bab I & II	Penti litar belakang, tujuan dan permasalahan	
21 Juni 2018	Bab I & Ii (acc), lanjut bab III	Lanjut persetujuan bab I & II, lanjut bab III	
22 Juni 2018	DISKUSI DSC	DISKUSI pengajuan uji DSC di kampus,	
18 Juni 2018	DISKUSI DSC	Pengajuan ttal alat peminjaman alat	
5 Juli 2018	DISKUSI FTIR.	DISKUSI pengajuan alat uji DSC	
18 Juli 2018	Bab IV & V	DISKUSI pengajuan FTIR kampus	
19 Juli 2018	Bab I - V	Menyerahkan laporan penelitian dari bab I - III, dan bab IV & V	
23 Juli 2018		Presentasi penelitian	
		Perbaikan presentasi penelitian	

Mengetahui,  
 Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer

Pembimbing,

**Ir. Roosmariharso, MBA**  
 NIP. 195405231980031004

**Ir. P. Leonard Marpaung, MM**  
 NIP. 195702141985031002

# SURAT PENGAJUAN TUGAS AKHIR PENELITIAN



## POLITEKNIK STMI JAKARTA

d.h. SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI

Jl. Letjen Suprpto No. 26 Campaka Putih, Jakarta 10510  
Telp. (021) 42886084 Fax: (021) 42886206  
www.stmi.ac.id



Nomor : 007/SJ-IND.7.2/1/2018  
Lampiran :  
Penihal : Permohonan Penelitian

Jakarta, 11 Januari 2018

Kepada  
Yth. Bapak/Ibu Pimpinan  
Kepala Pusat Penelitian LIPI KIMIA  
Gedung 452 Kawasan Puspitek Serpong  
Tangerang Selatan, Banten

Dalam rangka menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang didapat Mahasiswa/i di Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI, dengan ini memohon bantuan Bapak/Ibu agar bersedia menerima mereka yang namanya tersebut di bawah ini untuk melakukan Penelitian di Perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu pimpin selama kurang lebih 6 (enam) bulan.

Adapun nama mahasiswa/i yang akan melakukan Penelitian adalah:

No.	Nama	NIM	Kompetensi yang diharapkan
1.	Lukas Valentin	1514039	Proses Produksi

Dalam pelaksanaannya kami mengharapkan bantuan bimbingan Bapak/Ibu agar mahasiswa/i kami dapat melakukannya dengan baik. Untuk selanjutnya kompetensi yang diperoleh dari hasil bimbingan Bapak/Ibu akan dipresentasikan dan mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi perusahaan.

Demikian atas bantuan dan kerjasama Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Pembantu Direktur I,



Dr. Rizky Kramanandita, S.Kom, M.T.  
NIP. 197403022002121001

Tembusan:

1. Direktur STMI;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Peringgal

# SURAT KETERANGAN DITERIMA PENELITIAN



**LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA  
(INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCES)  
PUSAT PENELITIAN KIMIA**

Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan 15314  
Telp. (+62 21) 7560929, Faks (+62 21) 7560549  
website : <http://kimia.lipi.go.id>, email : [rcchem@mail.lipi.go.id](mailto:rcchem@mail.lipi.go.id)

Serpong, 16 Januari 2018

Nomor : B- 94 /IPT.2/KS.02/I/2018  
Perihal : Pemberitahuan Penelitian

Kepada Yth,  
Pembantu Direktur I  
Dr. Ridzky Kramanandita, S. Kom, M.T  
Politeknik STMI Jakarta

Sehubungan dengan surat dari Pembantu Direktur I Politeknik STMI Jakarta nomor 007/SJ-IND.7.2/I/2018, tertanggal 11 Januari 2018, perihal Permohonan penelitian, atas nama berikut :

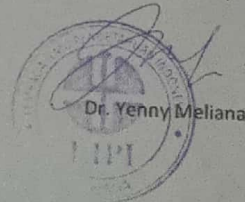
No.	Nama Mahasiswa	NIM/Prodi	Waktu	Pembimbing
1.	Lukas Valentin	1514030/Proses produksi	Feb - Juli 2018	M. Ghozali, MT

Bersama ini kami sampaikan bahwa kami dapat menerima permohonan penelitian mahasiswa tersebut di Pusat Penelitian Kimia – LIPI, dengan memenuhi peraturan yang berlaku.

Untuk komunikasi lebih lanjut mohon dapat menghubungi Ibu Eni Suryani, SP (Staf Sub.Bidang Diseminasi dan Kerjasama PP Kimia – LIPI dinomor 021-7560929 atau melalui email : [suryaneni15@gmail.com](mailto:suryaneni15@gmail.com)).

Demikian atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami ucapkan terima kasih.

Kepala Bidang Pengelolaan Diseminasi  
Hasil Penelitian ,PP Kimia – LIPI



- Tembusan :
1. Kepala Pusat Penelitian Kimia LIPI
  2. Arsip

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, karena atas hikmat, penyertaan dan, karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir penelitian yang berjudul “Pengaruh Penambahan Lignin terhadap Degradasi Termal Biokomposit Polipropilena-Lignin”. Penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi agar dapat menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian R.I. Pengambilan data dilakukan di laboratorium Lipi Kimia, Serpong Puspitek. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari s.d Mei 2018. Pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dan mendukung selama pelaksanaan dan penulisan laporan tugas akhir penelitian ini terutama kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus, atas hikmat dan karunia-Nya;
2. Orang tua kami, yang selalu mendoakan dan mendukung;
3. Dr. Mustofa, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta;
4. Ir. Roosmariharso, MBA. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta;
5. Ir. Parulian Leonard M,MM. selaku Dosen Pembimbing Penelitian di Politeknik STMI Jakarta;
6. Muhammad Ghozali, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Lapangan di Lipi Kimia Serpong;
7. Teman - teman Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta angkatan 2014 selaku kawan seperjuangan;
8. Teman – teman dan Keluarga Besar GBI HOS Hotel Agusta Cengkareng;
9. Teman- teman Persekutuan Mahasiswa/i Kristen Politeknik STMI Jakarta; dan
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari keterbatasan dan kemampuan dalam penulisan laporan ini, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga berguna bagi penulis untuk menyempurnakan laporan tugas akhir

penelitian ini dapat menjadi lebih baik. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, Juli 2018

Penulis

## ABSTRAK

Penggunaan plastik polipropilena setiap tahunnya semakin meningkat sehingga menimbulkan limbah, hal ini dikarenakan plastik polipropilena memiliki sifat yang sulit terdegradasi di alam. Pemanfaatan lignin sebagai *filler* ke dalam polipropilena dapat mempercepat laju degradasi polipropilena. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penambahan lignin terhadap degradasi termal biokomposit polipropilena-lignin. Pembuatan biokomposit polipropilena-lignin dilakukan dengan cara mencampurkan polipropilena dengan lignin ke dalam *rheomix* dengan suhu kondisi 170°C, dengan kecepatan rotor pengaduk 70 rpm dan waktu pengoperasian selama 10 menit. Variasi lignin yang di tambahkan adalah 5;10;15 phr. Hasil analisis *fourier transform infrared* (FTIR) menunjukkan bahwa struktur yang terdapat pada biokomposit polipropilena-lignin merupakan struktur dari struktur polipropilena dan lignin. Hasil *termogravimetric analysis* (TGA) terlihat bahwa polipropilena mulai terdegradasi pada suhu sekitar 400°C, semakin banyaknya penambahan lignin ke dalam biokomposit polipropilena-lignin ternyata dapat menurunkan suhu mulai pendegradasian menjadi 350°C, hal ini terlihat nyata pada biokomposit polipropilena-lignin 15 phr. Sehingga lignin dapat berpotensi digunakan sebagai *filler* untuk mempercepat proses degradasi polipropilena.

**Kata kunci:** biokomposit, polipropilena, lignin, degradasi termal, FTIR, TGA

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING PENELITIAN .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN .....	iv
LEMBAR BIMBINGAN PEYUSUNAN LAPORAN PENELITIAN.....	v
HALAMAN SURAT PENGAJUAN TUGAS AKHIR PENELITIAN.....	vi
HALAMAN SURAT KETERANGAN DITERIMA PENELITIAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAK .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Biokomposit .....	6
2.2 Polipropilena .....	7
2.3 Lignin .....	11
2.4 Kompatibiliser .....	13
2.5 PP-g-MA ( <i>Polypropylene – grafting – Maleic Anhydride</i> ).....	14
2.6 <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i> .....	14
2.7 <i>Termogravimetric Analysis (TGA)</i> .....	17
2.8 Stabilitas Termal .....	18
2.9 Degradasi Termal .....	18
BAB III METODE PENELITIAN .....	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	19

3.2	Alat dan Bahan Penelitian .....	19
3.2.1	Alat .....	19
3.2.2	Bahan.....	19
3.3	Variabel .....	19
3.3.1	Variabel Tetap .....	19
3.3.2	Variabel Bebas.....	20
3.4	Prosedur Penelitian.....	20
3.5	Pembuatan Biokomposit .....	22
3.6	Pengujian Termal .....	26
3.7	Pengujian <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		29
4.1	Hasil Pengujian <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) .....	29
4.2	Hasil Pengujian termal <i>Termogravimetric Analysis</i> (TGA).....	33
BAB V PENUTUP.....		40
5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA .....		41
LAMPIRAN A GAMBAR ALAT.....		43
LAMPIRAN B GAMBAR BAHAN .....		45
LAMPIRAN C GAMBAR HASIL PENELITIAN .....		46
LAMPIRAN D PERHITUNGAN .....		47



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Molekul Polipropilena .....	8
Gambar 2.2 Rumus Struktur Polipropilena Isotaktik, Polipropilena Sindiotaktik, dan Polipropilena Ataktik .....	11
Gambar 2.3 Struktur Lignin <i>Softwood</i> .....	13
Gambar 2.4 Unit-unit Penyusun Lignin (a) p-koumaril alkohol, (b) koniferil alkohol (Guaiasil), (c) sinapil alkohol (Siringil) .....	13
Gambar 2.5 Rumus Struktur PP-g-MA .....	14
Gambar 2.6 Proses perubahan sinyal pada sistem peralatan spektroskopi FTIR..	16
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian .....	21
Gambar 3.2 <i>Rheomix Haake PolyDrive</i> .....	24
Gambar 3.3 <i>Termogravimetric Analysis (TGA)</i> .....	26
Gambar 3.4 <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i> .....	27
Gambar 4.1 Spektrum FTIR Polipropilena .....	29
Gambar 4.2 Spektrum FTIR Lignin .....	30
Gambar 4.3 Spektrum Biokomposit Polipropilena-lignin 5 Phr .....	31
Gambar 4.4 Spektrum Biokomposit Polipropilena-lignin 10 phr .....	32
Gambar 4.5 Spektrum Biokomposit Polipropilena-lignin 15 phr .....	33
Gambar 4.6 Termogram TGA Polipropilena .....	34
Gambar 4.7 Termogram TGA Lignin .....	34
Gambar 4.8 Termogram biokomposit polipropilena-lignin 5 phr .....	35
Gambar 4.9 Termogram TGA Biokomposit Polipropilena-Lignin 10 phr .....	36
Gambar 5.0 Termogram TGA Biokomposit Polipropilena-Lignin 15 phr .....	36
Gambar 5.1 Massa yang hilang Biokomposit Polipropilena-Lignin .....	38
Gambar 5.2 Sisa Massa Terurai Biokomposit Polipropilena-Lignin .....	38
Gambar 5.3 Degradasi Termal Biokomposit Polipropilena-Lignin .....	39

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat dari homo-polipropilena Isotaktik.....	8
Tabel 2.2 Jenis Ikatan dan Bilangan Gelombang.....	16
Tabel 3.1 Variasi Komposisi Resin polipropilena, pp-g-ma, dan lignin.....	20
Tabel 4.1 Hasil Pengujian <i>Termogravimetric Analysis</i> (TGA) .....	37

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan plastik setiap tahunnya semakin meningkat hal ini dikarenakan plastik memiliki banyak keunggulan dibandingkan material lainnya, plastik memiliki sifat yang tahan terhadap korosi, harganya ekonomis, mudah di bentuk dan tidak mudah pecah (Rachmi, 2015).

Jenis plastik yang banyak digunakan di Indonesia pada umumnya adalah jenis plastik polipropilena. Hal ini dikarenakan jenis plastik polipropilena memiliki sifat mekanik yang baik, densitas rendah, dan harganya yang cukup terjangkau. Plastik polipropilena biasanya digunakan sebagai kemasan makanan, minuman dan digunakan sebagai kantong plastik (Purwaningrum, 2016).

Penggunaan plastik yang semakin meningkat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan, hal ini dikarenakan limbah plastik tidak mudah terdegradasi di alam sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan. Seiring dengan meningkatnya persoalan pencemaran lingkungan akibat dari limbah plastik ini maka penelitian bahan diarahkan pada penambahan serat alam yang diharapkan dapat mempermudah penguraian limbah plastik di alam.

Serat kayu merupakan serat alami (*natural fiber*) dapat digunakan sebagai penguat (*reinforcement*) hal ini dikarenakan serat kayu mempunyai keuntungan dibandingkan dengan *fiber glass*, yaitu biaya rendah, berat jenis (*density*) rendah, mempunyai kekakuan dan kekuatan yang spesifik, sifat termal yang baik, dan mempunyai nilai tambah dari hasil produksi pertanian yang rendah dan bersahabat dengan lingkungan seperti *recovery* energi dengan pembakaran yang bersih dan biodegradasi. Biokomposit polipropilena dengan tambahan serat kayu (*fibre wood*) dapat digunakan sebagai pengganti bahan plastik konvensional yang mahal dan kurang bersahabat dengan lingkungan (Bakar, 2016).

Pada penelitian ini lignin digunakan sebagai penguat (*reinforcement*) kedalam biokomposit polipropilena, hal ini dikarenakan lignin mempunyai sifat densitas rendah, biaya rendah, tidak bersifat abrasif, kemungkinan sebagai pengisi (*filler*) yang tinggi (Bakar, 2016)

Maurizio Canetti dkk (2005) pernah melakukan pengujian pada biokomposit PP/Lignin dengan variasi PP/Lignin 85/15 (wt/wt) dan PP/Lignin 95/5 (wt/wt). Pencampuran biokomposit PP/Lignin dilakukan menggunakan alat *Rheomix*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kehadiran lignin pada biokomposit dapat memberikan massa tersisa yang lebih banyak sehingga meningkatkan laju degradasi.

Dari uraian di atas saya melakukan penelitian dengan memanfaatkan lignin sebagai bahan pengisi dengan polipropilena sebagai matriksnya dengan harapan lignin dapat mempercepat laju pendegradasian polipropilena sehingga dapat mempermudah polipropilena terurai di alam.

Pada penelitian ini polipropilena akan diproses menjadi biokomposit dengan menggunakan mesin *rheomix* dimana pada prosesnya ditambahkan lignin sebagai bahan pengisi (*filler*) dan ditambahkan *Polypropylene Grafting Maleic Anhydride* sebagai kompatibiliser pada proses pembuatan biokomposit tersebut. Hasil keluaran dari mesin *rheomix* berupa bongkahan biokomposit polipropilena-lignin. Selanjutnya hasil bongkahan tersebut dilakukan pengujian termal menggunakan alat pengujian *Termogravimetric Analysis (TGA)* dan dilakukan pengujian *Fourier Transform Infrared (FTIR)* untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat di dalam biokomposit polipropilena-lignin.

## **1.2 Rumusan Permasalahan**

Berdasarkan latar belakang yang telah di paparkan, maka permasalahan yang akan diangkat pada penelitian ini, antara lain :

1. Bagaimana pengaruh penambahan lignin terhadap degradasi termal biokomposit polipropilena-lignin ?
2. Bagaimana karakteristik gugus fungsi yang terdapat pada biokomposit polipropilena-lignin ?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini antara lain :

1. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan biokomposit berupa Homopolimer Polipropilena PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk, Lignin Sigma Aldrich dan PP-g-MA merupakan bahan komersial
2. Variasi lignin yang digunakan adalah 5,10,15 Phr (2,4,6) gram
3. Penambahan *Polypropylene Grafting Maleic Anhydride* (PP-g-MA) sebagai bahan kompatibiliser pada pembuatan biokomposit polipropilena dan lignin
4. Proses homogenisasi dilakukan menggunakan alat *Rheomix HAAKE PolyDrive*
5. Massa Polipropilena yang digunakan yaitu 40 gram
6. Massa Kompatibiliser PP-g-MA yaitu 5 Phr (2) gram
7. Hasil dari pembuatan biokomposit polipropilena-lignin berbentuk bongkahan
8. Pengujian Termal yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan alat *Termogravimetric Analysis (TGA) STA PT-1600*
9. Pengujian *Fourier Transform Infrared (FTIR)* disini berfungsi untuk mengetahui gugus apa saja yang terdapat didalam biokomposit polipropilena-lignin.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui pengaruh penambahan lignin terhadap degradasi termal biokomposit polipropilena-lignin
2. Mengetahui karakteristik gugus fungsi yang terdapat pada biokomposit polipropilena-lignin

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, diantaranya adalah :

1. LIPI KIMIA

Dapat dijadikan sebagian bahan masukan berupa uraian pembahasan dan sebagai bahan evaluasi berupa saran yang mungkin dapat di jadikan sebagai bahan pertimbangan bagi LIPI KIMIA.

2. Penulis

Dapat menambah pengetahuan dan pengalaman dalam penelitian, serta menambah wawasan dalam berpikir ilmiah

3. Pembaca

Dapat memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan lignin terhadap degradasi termal biokomposit polipropilena-lignin

4. POLITEKNIK STMI JAKARTA

Dapat menambah perbendaharaan karya ilmiah mengenai pengaruh penambahan lignin terhadap degradasi biokomposit polipropilena-lignin

### **1.6 Sistematika Penelitian**

Bagian ini merupakan gambaran secara keseluruhan. Di dalamnya terdapat lima bab yang saling berkaitan erat. Adapun susunan kelima bab tersebut diuraikan di bawah.

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang penelitian, rumusan permasalahan yang akan di bahas, batasan masalah dari penelitian yang akan dilakukan, tujuan dan manfaat dari penelitian yang di lakukan, serta penjelasan mengenai sistematika penulisan laporan penelitian.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang teori dasar mengenai polimer, komposit, polipropilena, lignin, dan PP-g-MA, pengujian termal dan pengujian ftir

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini penulis akan menjelaskan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan selama penelitian, variabel penelitian, prosedur eksperimen penelitian yang meliputi metode dan langkah langkah eksperimen

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini penulis akan menyajikan informasi mengenai data hasil pengujian analisis termal, analisis data yang sudah diolah menjadi grafik, dan pembahasan terhadap hasil pengujian dan analisis data.

#### **BAB V PENUTUP**

Dalam bab ini penulis akan merangkum seluruh isi dari penjelasan bab IV dalam bentuk kesimpulan dan saran sebagai tanggapan terhadap isi penelitian dari tugas akhir ini

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Biokomposit**

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari gabungan dua atau lebih material yang masing-masing sifat fisik dan kimianya berbeda menjadi material baru yang sifatnya berbeda dari sifat pembentuknya, komposit terbentuk dari dua unsur bahan yaitu serat (*fiber*) sebagai bahan pengisi (*filler*) dan matriks sebagai bahan pengikatnya, matriks umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan lebih rendah, *filler* umumnya berbentuk serat mempunyai sifat kurang *ductile* tetapi lebih kuat (Muhajir, 2016).

Biokomposit adalah gabungan dari dua material yaitu dari serat alam (biofiber) seperti kayu, serat gandum, kenaf, rami dan goni dengan matriks yang biasanya terbuat dari polimer. *Biofibers* merupakan komponen penting dari material biokomposit. Material yang berserat ini merupakan turunan dari serat pohon, tumbuhan atau semak-semak sehingga disebut *Biofibers*.

Komposit yang ditambahkan dengan serat dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu komposit dengan serat panjang (*long fiber composite*) dan komposit dengan serat pendek (*short fiber composite*). Komposit serat panjang lebih kuat dibandingkan dengan komposit serat pendek. Panjang serat dapat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit. Hal ini dikarenakan serat panjang dapat meneruskan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lainnya,

Penggunaan serat juga menentukan tinggi rendahnya kekuatan komposit, karena tegangan yang diberikan pada komposit pertama kali diterima oleh matriks dan diteruskan ke serat, sehingga serat dapat menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu, serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matriks penyusun komposit (Sriwita, 2014)

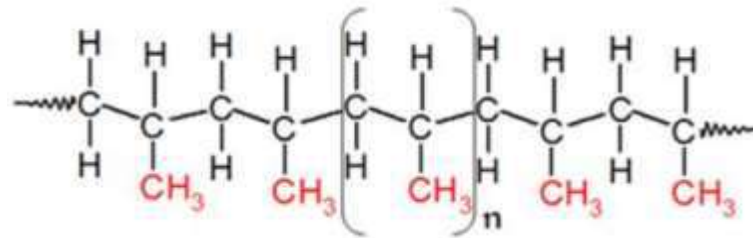
Serat alam (*natural fiber*) merupakan serat yang berasal dari alam bukan merupakan buatan atau rekayasa manusia. Serat alam biasanya diperoleh dari serat tumbuhan seperti serat bambu, serat pohon pisang serat nanas, serat kayu dan lain sebagainya. Biasanya sebelum digunakan untuk bahan serat pada komposit, serat alami mendapat perlakuan terlebih dahulu dengan menggunakan cairan kimia seperti NaOH (Astika, 2013)

Berdasarkan matriksnya, komposit dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu *Polymer Matrix Composite* (PMC), *Metal matrix Composite* (MMC) dan *Ceramic Matrix Composite* (CMC) (Lestari, 2008).

- *Polymer Matrix Composite* (PMC) adalah salah satu jenis komposit yang merupakan kombinasi antara dua material atau lebih dengan matrik berupa polimer, yang memiliki kekakuan dan kekuatan spesifik yang tinggi serta lebih ringan dari material konvensional.
- *Metal Matrix Composite* (MMC) adalah salah satu jenis komposit dengan matrik berupa logam, yang memiliki kuat tekan dan geser yang baik, tidak mudah terbakar dan tidak menyerap kelembaban, tahan terhadap temperatur tinggi, memiliki ketahanan arustermal yang baik serta transfer tegangan dan regangan yang baik dibandingkan dengan *Polymer Matrix Composite* (PMC).
- Sedangkan jenis komposit dengan matrik yang terbuat dari bahan keramik disebut dengan *Ceramic Matrix Composite* (CMC). Keuntungan dari CMC adalah dimensinya stabil bahkan lebih stabil dari pada logam, mempunyai karakteristik permukaan yang tahan arus, daya tahan terhadap kimia yang tinggi dan tahan terhadap korosi

## 2.2 Polipropilena

Polipropilena merupakan polimer hidrokarbon yang merupakan salah satu dari polimer dengan jenis termoplastik yang dapat diolah pada temperatur tinggi. berasal dari monomer propilena yang diperoleh dari pemurnian minyak bumi. Polipropilena merupakan senyawa hidrokarbon yang memiliki rumus molekul  $C_3H_6$ . Sehingga polipropilena dapat diartikan sebagai suatu molekul besar dengan molekul propilena yang berulang (Arlofa, 2016)



**Gambar 2.1** Struktur Molekul Polipropilena

Sumber: Maddah, 2016

**Tabel 2.1** Sifat-sifat dari homo-polipropilena Isotaktik

Properti	Unit	Nilai
Massa Jenis	g/cm <sup>3</sup>	0.91-0.94
Kekuatan Tarik	Psi (Pound/sq. in.)	3200-5000
Penyerapan Air, 24hr	%	0.01
Elongation	%	3-700
Titik Pelunakan, T <sub>g</sub>	°C	140-150
Titik leleh, T <sub>m</sub>	°C	160-166
Ekspansi Panas	10-5 in./in. °C	5.8-10
Volume Spesific	cm <sup>3</sup> /lb	30.4-30.8

Sumber: Maddah, 2016

Polipropilena (PP) merupakan salah satu polimer dari jenis termoplastik yang dapat di daur ulang dan paling ringan diantara bahan polimer lainnya. Polipropilena (PP) memiliki titik leleh yang tinggi, tahan korosi, mudah diproses, biaya prosesnya murah, mudah diperoleh dipasaran, serta dapat didaur ulang, sehingga banyak diaplikasikan untuk perabotan rumah tangga.

Polipropilena merupakan jenis bahan baku plastik yang ringan, densitas 0,90 – 0,92 g/cm<sup>3</sup>, memiliki kekerasan dan kerapuhan yang paling tinggi serta bersifat kurang stabil terhadap panas dikarenakan adanya hidrogen tersier. Penggunaan bahan pengisi dan penguat memungkinkan polipropilena memiliki mutu kimia yang baik sebagai bahan polimer dan tahan terhadap pemecahan karena tekanan (*stress-cracking*) walaupun pada temperatur tinggi. Kerapuhan polipropilena dibawah 0°C dapat dihilangkan dengan penggunaan bahan pengisi. dengan bantuan pengisi dan penguat, akan terdapat adhesi yang baik (Setyabudi, 2013).

Polimer yang memiliki konduktivitas panas rendah seperti polipropilena (konduktivitas = 0,12W/m) kristalinitasnya sangat rentan terhadap laju pendinginan. Misalnya dalam suatu proses pencetakan termoplastik membentuk barang jadi yang tebal dan luas, bagian tengah akan menjadi dingin sehingga lebih lambat dari pada bagian luar yang bersentuhan langsung dengan cetakan. Akibatnya akan terjadi perbedaan derajat kristalinitas pada permukaan dengan bagian tengahnya. Polipropilena mempunyai tegangan (*tensile*) yang rendah, kekuatan benturan (*impact strength*) yang tinggi dan ketahanan yang tinggi terhadap pelarut organik.

Polipropilena juga mempunyai sifat isolator yang baik mudah diproses dan sangat tahan terhadap air karena sedikit menyerap air dan sifat kekakuan yang tinggi. Seperti poli olefin lainnya, polipropilena juga mempunyai ketahanan yang sangat baik terhadap bahan kimia anorganik non pengoksidasi, deterjen, alkohol dan sebagainya. Tetapi polipropilena dapat terdegradasi oleh zat pengoksidasi seperti asam nitrat dan hidrogen peroksida. Sifat kristalinitasnya yang tinggi menyebabkan daya regangannya tinggi, kaku dan keras (Sriyanto, 2016)

Secara umum Polipropilena yang diproduksi secara komersial dan beredar di pasaran dapat digolongkan ke dalam tiga jenis yaitu: homopolimer, kopolimer acak, dan kopolimer impak. Etilena biasanya digunakan sebagai komonomer untuk membentuk kopolimer

#### 1. Homopolimer

Homopolimer adalah bahan polipropilena yang paling banyak digunakan dalam industri. Homopolimer adalah sistem dua fase yang terdiri dari wilayah kristal dan non-kristal. Daerah non-kristal (*amorf*) memiliki PP isotaktik dan PP ataktik, PP isotaktik di daerah amorf dapat dikristalisasi dan mengkristal perlahan-lahan dari waktu ke waktu. Homopolimer hanya terdiri dari satu unit propilena sepanjang rantai dengan sebagian besar unit *propylene isotactic* dan yang memberi kita struktur kristal ke polimer. Oleh karena itu, Homopolimer menunjukkan tingkat kekakuan yang tinggi pada suhu kamar dan titik leleh yang tinggi tetapi transparansi yang lebih rendah serta kekuatan benturan yang berkurang. Polimer ini memiliki kuat tarik,

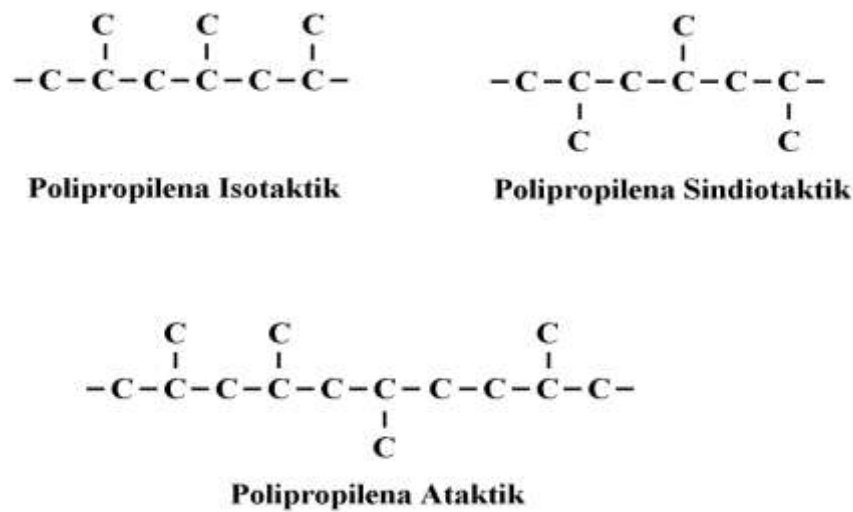
kekakuan, ketahanan panas dan kekuatan yang tinggi sehingga cocok untuk digunakan dalam berbagai aplikasi seperti film plastik, *injection molding*, *sheet thermoforming*, *yarn*, dan *fiber multifilament*. Homopolimer yang digunakan untuk setiap aplikasi memiliki sifat fisik yang berbeda-beda pula, dan dipasar dikenal bermacam-macam grade antara lain grade film, grade yarn, grade *injection molding* dan grade ekstrusi (Maddah, 2016)

2. Kopolimer acak (*random copolymer*)

*Random copolymers* (RCP) adalah kopolimer etilena/propilena yang diproduksi dalam reaktor tunggal oleh *propylene* kopolimerisasi dan sejumlah kecil etilen (biasanya 7% atau lebih rendah). Etilen mengganggu struktur polipropilena biasa dan menghasilkan pengurangan keseragaman kristal dalam polimer. Hubungan antara etilena dan ketebalan kristal berbanding terbalik yang berarti bahwa ketika kandungan etilena meningkatkan ketebalan kristal secara berangsur menurun dan menghasilkan titik lebur yang lebih rendah (Maddah, 2016)

3. Kopolimer blok (*block copolymer*)

Polimer ini diproduksi dalam dua reaktor di mana reaktor pertama untuk pembentukan homopolimer dan diikuti reaktor kedua untuk pembuatan propilena-etilena *rubbery*. Kopolimer dampak ini bersifat insulator, tidak tembus cahaya, memiliki kekakuan yang tinggi, ketahanan terhadap tumbukan yang cukup baik pada temperatur rendah (-20°C). Kopolimer dampak banyak digunakan pada *injection molding*, *extruded sheet*, dan *thermoforming*



**Gambar 2.2** Rumus Struktur Polipropilena Isotaktik, Polipropilena Sindiotaktik, dan Polipropilena Ataktik

Sumber: Carraher, 2003

Berdasarkan letak gugus metilnya, polipropilena terbagi menjadi isotaktik, sindiotaktik dan ataktik. Pada polipropilena isotaktik, gugus metil terletak pada konfigurasi dan sisi yang sama dari rantai polimer. Pada polipropilena sindiotaktik, gugus metil terletak secara berselang-seling dari sisi yang satu ke sisi yang lain dari rantai polimer. Sedangkan pada polipropilena ataktik, gugus metil terletak secara acak dalam rantai polimer, Polimer isotaktik dan sindiotatik merupakan polimer semikristalin yang terdiri dari bagian kristalin dan amorf. (Maier, 1998).

### 2.3 Lignin

Lignin merupakan polimer alam yang terdapat pada komponen makro molekul kayu ketiga yang berikatan secara kovalen dengan selulosa dan hemiselulosa. Struktur molekul lignin terdiri atas sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenil propana. Lignin dibagi menjadi beberapa kelas menurut unsur strukturnya yaitu lignin guaiasil (terdapat pada kayu lunak sebagian besar merupakan produk polimerisasi dari koniferil alkohol), dan lignin guaiasil-siringil (khas kayu keras merupakan kopolimer dari koniferil alkohol dan sinapil alkohol), Lignin umumnya tidak larut dalam pelarut sederhana, namun lignin alkali dan

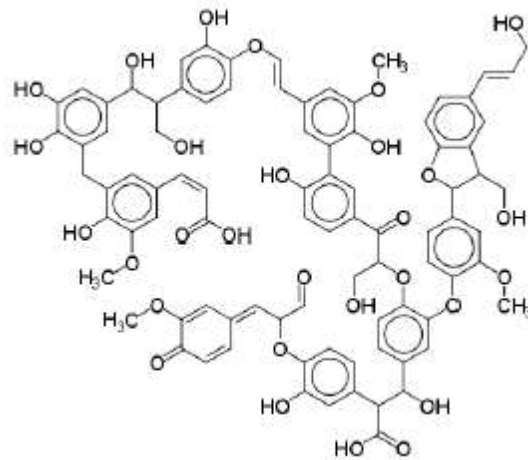
lignin sulfonat larut dalam air, alkali encer, larutan garam dan *buffer* (Simatupang, 2012)

Berdasarkan komposisi unit strukturalnya, lignin diklasifikasikan kedalam beberapa tipe. Lignin pada *softwood* (kayu daun jarum) atau disebut lignin guaiasil atau G lignin sebagian besar disusun oleh unit guaiasil (sekitar 90%) dan *p*-kumaril alkohol (sekitar 10%). Lignin pada *hardwood* (kayu daun lebar) atau disebut lignin guaiasil siringil atau G-S lignin disusun oleh unit guaiasil dan siringil dengan perbandingan tertentu, tergantung dari jenis kayu, umur kayu, tempat tumbuh dan iklim, Kandungan lignin pada sel tanaman (monomer guaiasil dan siringil) berpengaruh terhadap pelepasan dan hidrolisis polisakarida, Siringil lignin yang tersusun atas monomer sinapil alkohol lebih peka terhadap degradasi kimia maupun enzimatik dibanding guasil lignin, karena unit posisi C<sub>5</sub> aromatik pada guasil bebas berikatan antar karbon (Hartati, 2016)

Polimer alam, seperti halnya lignin, dapat terdegradasi menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana. Produk degradasi ini selanjutnya dapat dipergunakan oleh organisme hidup sebagai sumber energi atau untuk mensintesis senyawa-senyawa baru (termasuk biopolimer) (Rohaeti, 2009)

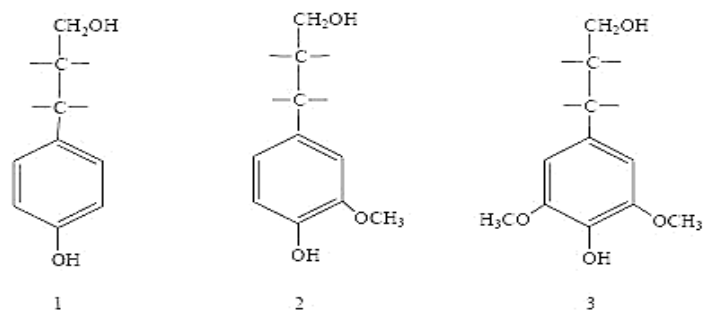
Lignin memiliki gugus fungsi seperti hidroksi, karbonil dan metoksi yang berfungsi sebagai perekat, membuat plastik biodegradable dan surfaktan pada system *Enhanced Oil Recovery* (EOR) (Suhartati, 2016)

Lignin juga dapat berguna untuk *aditif flame retardant*, *stabilizer* dan antioksidan. Lignin juga dapat dicampurkan kedalam berbagai polimer sintetik seperti polipropilena, polietilen terephthalate, polivinil alkohol, polietilen oksida, polivinil klorida, polistirena, *low-density polyethylene* dan *linear low-density polyethylene* (Ghozali, 2017)



**Gambar 2.3** Struktur Lignin

Sumber: Agrawal, 2014



**Gambar 2.4** Unit-unit Penyusun Lignin (a) p-koumaril alkohol, (b) koniferil alkohol (Guaiasil), (c) sinapil alkohol (Siringil)

Sumber :Agrawal, 2014

lignin softwood, disebut sebagai guaiasil lignin, karena terdiri dari alkohol koniferil dan jumlah jejak unit sinapil alkohol yang diturunkan. Kayu lignin, disebut sebagai guaisil-siringil lignin, terdiri dari koniferil alkohol dan sinapil alkohol. (Agrawal ,2014)

## 2.4 Kompatibiliser

Kompatibiliser merupakan senyawa spesifik yang dapat digunakan untuk meningkatkan kompatibilitas antara kedua campuran biokomposit, hal ini dikarenakan polimer alam bersifat hidrofilik/polar dan bahan sintesis bersifat hidrofobik/non polar sehingga kedua bahan tersebut tidak kompatibel, sehingga

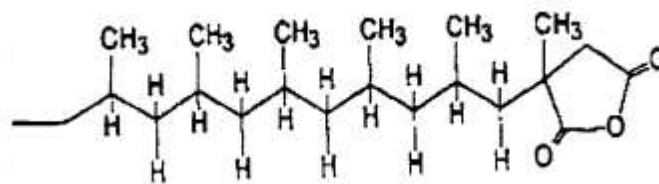
membutuhkan kompatibiliser untuk menyatukan kedua campuran tersebut (Wayat, 2013).

Kompatibiliser jenis anhidrida seperti asetat anhidrida (AA), maleat anhidrida (MA), suksinat anhidrida (SA), dan phthalat anhidrida (PA) banyak digunakan dalam pencampuran plastik dengan serat (Nurhajati, 2011).

### 2.5 PP-g-MA (*Polypropylene – grafting – Maleic Anhydride*)

PP-g-MA merupakan sutau polimer yang terbuat dengan proses kopolimerisasi antara Polipropilena dengan *Maleic Anhydride*. PP-g-MA juga merupakan salah satu kompatibiliser dalam pembuatan komposit. Material ini disintesis dengan cara mereaksikan *grafting polypropylene* ke *maleic anhydride* (MA). Dengan adanya komponen *maleic* dapat meningkatkan berat molekul, dan kejenuhan dari material sehingga semakin memudahkan untuk membentuk film dengan gaya adhesi yang lebih baik (Castigliana dkk, 2016).

PP-g-MA dibuat dengan mendegradasi polipropilena dengan benzoil peroksida untuk menurunkan berat molekulnya dan kemudian di *grafting* dengan maleat anhidrida. Ditambahkan benzoil peroksida sebagai pendegradasi dan divinil benzene sebagai agen pengikat silang dan juga tanpa divinil benzene (Marpongahtun, 2013).



Gambar 2.5 Rumus Struktur PP-g-MA

### 2.6 *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

FTIR merupakan salah satu instrument yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi adalah spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi *fourier* untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Spektroskopi inframerah berguna untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak-puncak (Anam, 2007).

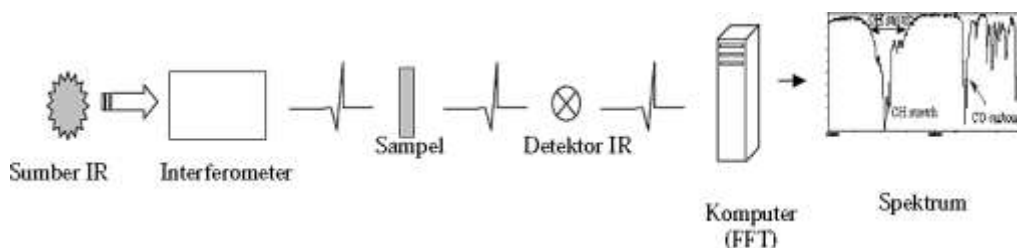
Spektrum inframerah dihasilkan dari pentransmisiian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ ) atau bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) (Anam, 2007)

Jika sinar inframerah dilewatkan melalui sampel senyawa organik, maka terdapat sejumlah frekuensi yang diserap dan ada yang diteruskan atau ditransmisikan tanpa diserap. Serapan cahaya oleh molekul tergantung pada struktur pada struktur elektronik dari molekul tersebut. Molekul yang menyerap energi tersebut terjadi perubahan energi vibrasi dan perubahan tingkat energi rotasi (Suseno, 2008)

Pada suhu kamar, molekul senyawa organik dalam keadaan diam, setiap ikatan mempunyai frekuensi karakteristik yang sama untuk terjadinya vibrasi ulur (*stretching vibrations*) dan vibrasi tekuk (*bending vibrations*) dimana sinar inframerah dapat diserap pada frekuensi tersebut. Energi ulur (*stretch*) suatu ikatan lebih besar dari pada energi tekuk (*bend*) sehingga serapan ulur suatu ikatan muncul pada frekuensi lebih tinggi dalam spektrum inframerah dari pada serapan tekuk dari ikatan yang sama (Suseno, 2008)

Ikatan-ikatan yang berbeda seperti C-C, C=C, C-O, C=O, O-H serta NH mempunyai frekuensi karakteristiknya sebagai pita serapan dalam spektrum inframerah. Grafik spektrum inframerah terbentuk antara persentase penyerapan (absorbansi) terhadap frekuensi karakteristiknya. Bentuk spektrum cahaya dari senyawa-senyawa organik berkaitan erat dengan transisi-transisi diantara tingkatan-tingkatan energi elektronik (Suseno, 2008)

Keuntungan dari penggunaan spektrofotometer FTIR diantaranya tidak menyebabkan kerusakan pada sampel yang dianalisis, dapat menganalisa senyawa organik ataupun anorganik pada berbagai bentuk fisik (padat, cair dan gas), serta memiliki referensi standar untuk berbagai senyawa kimia yang telah diterbitkan diseluruh dunia sehingga dapat dijadikan rujukan dalam menganalisis spektrum (Suseno, 2008)



**Gambar 2.6** Proses perubahan sinyal pada sistem peralatan spektroskopi FTIR  
Sumber : (Suseno, 2008)

Tabel 2.2 menjelaskan bilangan gelombang dari berbagai jenis senyawa untuk membedakan gugus fungsi pada absorpsi inframerah

**Tabel 2.2** Jenis Ikatan dan Bilangan Gelombang

Jenis Ikatan	Golongan	Bilangan Gelombang
C-H	Alkana	2850-2970
		1340-1470
	Alkena	3010-3100
		675-995
Aromatik	3010-3100	
	690-900	
O-H	Monomer alkohol, Fenol	3590-3650
	Asam Karboksilat	3500-3650
N-H	Amina Amida	3300-3500
C=C	Alkena	1610-1680
C=C	Aromatik	1500-1600
C≡C	Alkuna	2100-2260
C-N	Amina	1180-1360
C≡N	Nitril	2210-2280
C-O	Alkohol, Eter	1050-1300
C=O	Aldehid, Keton	1690-1760
NO <sub>2</sub>	Nitro Kompon	1500-1570
		1300-1700

Sumber : (Skoog dkk, 2007)

## 2.7 *Termogravimetric Analysis (TGA)*

*Termogravimetric* adalah teknik yang digunakan untuk mengetahui perubahan sampel yang disebabkan oleh perubahan suhu atau teknik yang digunakan untuk mengukur massa sampel yang terdegradasi, Analisis *termogravimetric* melibatkan degradasi termal sampel (biasanya 5-20 mg berat sampel). Analisis ini dapat digunakan untuk mengetahui penurunan berat sampel, massa yang terurai dan degradasi termal dari sampel (Rostek, 2013)

Pengukuran *termogravimetric* menghasilkan kurva *termogravimetric* (kurva TG) yang hasilnya berdasarkan ketergantungan massa sampel pada waktu dan suhu pengoperasian, Teknik ini biasa digunakan untuk mengetahui kemurnian sampel, perilaku dekomposisi, degradasi termal, reaksi kimia yang melibatkan perubahan berat materi akibat adsorpsi, desorpsi dan kinetika kimia. Data yang dihasilkan berupa kurva berat terhadap waktu maupun temperatur (Rostek, 2013)

## 2.8 **Stabilitas Termal**

Stabilitas termal merupakan kemampuan suatu material untuk mempertahankan sifatnya dalam batas yang ditetapkan sepanjang periode penyimpanan dan penggunaan, sifat dan karakteristiknya sama dengan yang dimilikinya saat dibuat. Faktor seperti: suhu (termal), radiasi, udara dan kelembapan dapat mempengaruhi stabilitas<sup>l</sup> (Ginting, 2015).

## 2.9 **Degradasi Termal**

Degradasi polimer diinduksi oleh faktor eksternal yang berbeda dan mekanisme. Berbagai jenis degradasi untuk polimer adalah sebagai berikut:

- termal: terjadi karena penggunaan atau pemrosesan pada suhu tinggi;
- foto-induced : pada paparan bagian energik dari sinar matahari, yaitu radiasi UV, atau radiasi energi tinggi, polimer, atau kotoran dalam polimer menyerap radiasi dan menginduksi reaksi kimia;
- mekanik : terjadi karena tekanan mekanik strain regangan;
- ultrasonik : penerapan suara pada frekuensi tertentu dapat menyebabkan getaran dan akhirnya putus rantai;

- hidrofilik : untuk polimer yang mengandung gugus fungsi yang peka terhadap pengaruh air;
- kimia : bahan kimia korosif, seperti ozon atau sulfur di agrokimia, dapat menyerang rantai polimer yang menyebabkan pemutusan ikatan atau oksidasi; dan
- Spesimen biologis “untuk polimer dengan gugus fungsi yang dapat diserang oleh mikro-organisme.

degradasi termal mengakibatkan proses perubahan sifat polimer hal ini dikarenakan pemutusan ikatan rantai polimer akibat teroksidasi pemerosesan pada suhu yang tinggi (Dilara dkk, 2000)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Makromolekul, Pusat Penelitian Kimia berlokasi di Gedung 452, Kawasan puspitek Serpong, Tangerang Selatan, Banten 15314 pada bulan Februari s.d Mei 2018

#### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **3.2.1 Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu :

- a. Alat yang digunakan untuk pembuatan Biokomposit yaitu :
  1. *Rheomix Haake PolyDrive* (Institut Teknologi Indonesia)
- b. Alat pengujian yang digunakan untuk penelitian ini yaitu :
  1. *Fourier Transform Infrared* (FTIR) (Politeknik STMI Jakarta)
  2. TGA (*Thermogravimetric Analysis*) STA (LIPI Kimia Serpong)
- c. Alat Pendukung Proses Pembuatan Biokomposit
  1. Timbangan Digital
  2. Cawan petri
  3. Spatula
  4. Plastik Wrap

##### **3.2.2 Bahan**

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Polipropilena Homopolimer dari PT. Chandra Asri Petrochemical
2. *Polypropylene grafting Maleic Anhydride*
3. Lignin Sigma Aldrich

#### **3.3 Variabel**

##### **3.3.1 Variabel Tetap**

Variabel tetap merupakan variabel yang tidak berubah selama penelitian berlangsung. Variabel tetap dalam penelitian ini yaitu :

- a. Suhu Operasi : 170°C untuk mesin *Rheomix*
- b. Waktu : 10 menit untuk mesin *Rheomix*
- c. Kapasitas Massa Komponen : 50 gram

### 3.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang divariasikan pada penelitian agar didapatkan hasil yang diinginkan. Variabel bebas yang ditetapkan pada penelitian ini adalah komponen resin polipropilena, kompetabiliser pp-g-ma, dan lignin. Tabel 3.1 menunjukkan variasi komposisi komponen resin polipropilena, pp-g-ma dan lignin.

**Tabel 3.1** Variasi Komposisi Resin polipropilena ,pp-g-ma, dan lignin

KOMPONEN				
Variasi	Polipropilena Phr (g)	Lignin Phr (g)	PP-g-MA Phr (g)	Total (g)
1	100(40)	5 (2)	5(2)	44
2	100(40)	10 (4)	5(2)	46
3	100(40)	15 (6)	5(2)	48

Keterangan :

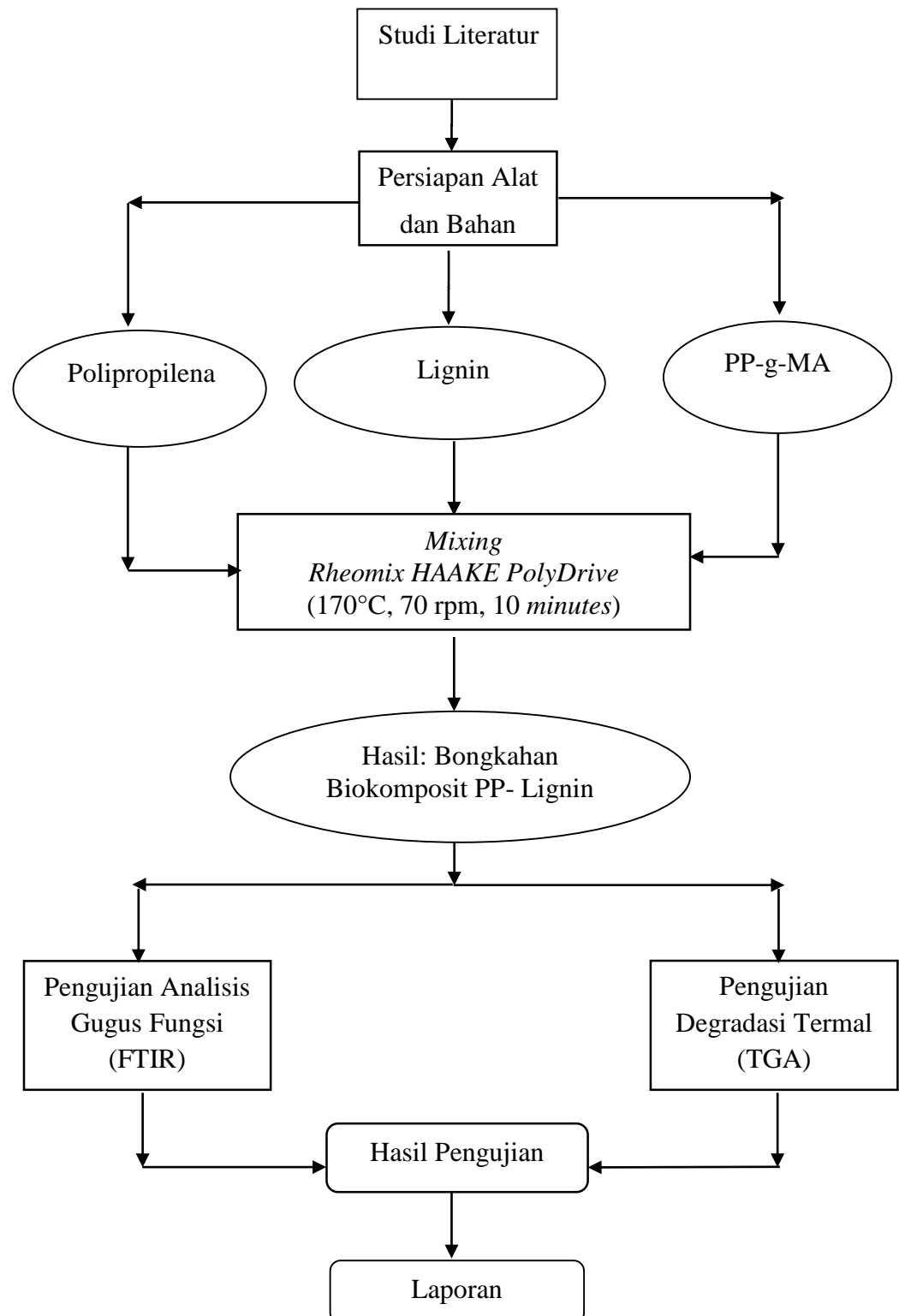
Variasi 1 : Biokomposit PP-Lignin : 5 Phr

Variasi 2 : Biokomposit PP-Lignin: 10 Phr

Variasi 3 : Biokomposit PP-Lignin : 15 Phr

### 3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan tahapan yang dilakukan selama penelitian dimulai dari studi literatur, persiapan alat dan bahan, pembuatan sampel biokomposit, pengujian termal biokomposit dan pengujian FTIR untuk mengetahui gugus apa saja yang terdapat di dalam sampel biokomposit, analisis data, dan hasil penelitian. Prosedur penelitian ini dijelaskan pada gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Prosedur Penelitian

### 3.5 Pembuatan Biokomposit

Pada penelitian ini proses dalam pembuatan biokomposit terdiri dari beberapa tahap yaitu studi literatur, studi literatur disini bertujuan sebagai bahan acuan untuk menentukan bahan yang digunakan dan variasi yang akan dilakukan dari penelitian yang sudah ada sebelum memulai proses pembuatan biokomposit polipropilena-lignin, setelah studi literatur tahapan selanjutnya yaitu penimbangan bahan baku dan proses pencampuran bahan, penjelasan tahapan pembuatan biokomposit adalah sebagai berikut :

#### A. Komposisi Pembuatan Bahan Biokomposit

Proses pembuatan biokomposit terdiri dari beberapa bahan yaitu, Polipropilena jenis homopolimer yang diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical, polipropilena tersebut ditimbang sesuai dengan komposisi formulasi pembuatan biokomposit. Serbuk Lignin yang diperoleh dari Sigma-Aldrich, lignin tersebut ditimbang sesuai dengan komposisi formulasi pembuatan biokomposit, kemudian PP-g-MA (*Polypropylene grafting Maleic Anhydride*) juga ditimbang sesuai dengan formulasi pembuatan biokomposit.

#### B. Penimbangan Bahan Baku

Penimbangan bahan dilakukan dengan menggunakan alat neraca massa digital dengan tingkat akurasi dan ketelitian yang cukup baik. Tahapan kerja penimbangan bahan adalah sebagai berikut :

1. Hidupkan timbangan digital
2. Atur bola dalam timbangan agar dalam keadaan seimbang
3. Buka jendela timbangan di sebelah kanan untuk memasukkan wadah tempat menimbang.
4. Letakkan cawan petri sebagai wadah menimbang pada timbangan digital
5. Setelah cawan petri dimasukkan nol kan angka timbangan dengan menekan tombol *re-zero*
6. Buka jendela timbangan sebelah kanan lalu masukkan bahan ke dalam cawan petri.
7. Setelah bahan dimasukkan ke dalam cawan petri kemudian tutup kembali jendela timbangan lalu lihat angka pada *display* timbangan apabila bahan

yang dimasukkan ke dalam cawan petri tersebut berlebihan atau kekurangan buka kembali jendela kemudian tambahkan atau kurangi bahan yang ditimbang. Kemudian setelah bahan yang ditimbang sesuai dengan komposisi yang diinginkan tutup kembali jendela timbangan.

8. Setelah selesai menimbang, matikan kembali timbangan melalui tombol OFF.

### C. Pencampuran Bahan (*materials blending*)

Pencampuran semua bahan dilakukan dengan menggunakan alat *Rheomix HAAKE PolyDrive*. Mesin *Rheomix HAAKE PolyDrive* merupakan suatu alat *hot mixer* internal yang mampu mencampurkan beberapa jenis zat yang berbeda dengan cara melelehkan dan mencampurkannya. Mesin ini menggunakan dua buah *screw* yang berputar secara berlawanan di dalam suatu *chamber* yang memiliki kapasitas penuh 50 gram. Mesin *Rheomix Haake PolyDrive* ini terdiri dari tiga pelat di mana pelat pertama yang stasioner, dan pelat kedua serta pelat ketiga yang dapat dilepas.

Pada mesin ini, *chamber* pencampuran berada pada pelat kedua yang dapat dibersihkan untuk mendapat *master batch* hasil proses *materials blending*. Adapun kondisi operasi yang digunakan pada proses pencampuran bahan (*materials blending*) ini adalah:

- Temperatur : 170°C
- Kecepatan : 70 Rpm
- Waktu : waktu *blending* dilakukan selama 10 menit, yang dibagi menjadi dua kali pencampuran. Pencampuran (*first mixing*) dilakukan selama 7 menit, bahan yang dimasukkan pada pencampuran pertama yaitu Polipropilena dan PP-g-MA, Pencampuran kedua (*second mixing*) dilakukan pada menit ke 8, bahan yang dimasukkan pada menit ke 8 adalah lignin.



**Gambar 3.2** *Rheomix Haake PolyDrive*

Pencampuran bahan (*materials blending*) dilakukan menggunakan mesin *Rheomix Haake PolyDrive* di Institut Teknologi Indonesia dengan prosedur sebagai berikut :

- Sambungkan kabel ke sumber listrik dan putar *power* pada bagian bawah *rheomix*
- Pasang kedua *screw* ke dalam pelat 1 lalu pasang pelat 2 dan ke 3 sesudah ke 3 pelat di pasang lalu kunci dengan kedua pengunci lalu nyalakan *rheomix*
- Sesudah menyala lalu panaskan *rheomix* sampai pada suhu 170 °C dan nyalakan rotor penggerak dengan kecepatan 70 rpm lalu masukan resin polipropilena ke dalam *hooper* pada suhu 100 °C untuk pencucian selama 3 kali agar *rheomix* benar benar bersih saat di gunakan
- Pencucian 1 dilakukan pada suhu 100 °C dan waktu selama 5 menit sesudah waktu 5 menit matikan rotor penggerak lalu buka ke 2 pelat kemudian angkat resin polipropilena menggunakan pisau kape kemudian sesudah bersih masukan

lagi ke 2 pelat lalu kunci dan nyalakan rotor lalu lakukan pencucian ke 2 pada suhu 110 dan ke 3 pada suhu 120 dengan cara perlakuan yang sama

- Sesudah mencapai suhu 170°C dan alat *rheomix* benar benar bersih lalu set di *control panel* waktu dan kecepatan pemrosesan
- Pada control panel set suhu 170°C pada pelat 1,2, dan 3 lalu set waktu selama 10 menit dan set kecepatan 70 rpm.
- Sesudah waktu, suhu, dan kecepatan di set kemudian masukkan resin polipropilena dan pp-g-ma ke dalam *hooper*, rotor dalam keadaan bergerak lalu turunkan *floating chamber* kearah bawah secara perlahan-lahan sampai terkunci.
- Lalu nyalakan waktu dan tunggu selama 10 menit
- Pada menit ke 8 buatkan naikan *floating chamber* sampai pada posisi di mana *pin* akan mengunci. Kemudian masukan bubuk lignin ke dalam *hooper* lalu turunkan kembali *floating chamber* kearah bawah secara perlahan-lahan sampai terkunci agar lignin tercampur dengan sempurna lalu tunggu hingga 10 menit
- Sesudah 10 menit matikan waktu dan rotor *screw* lalu buka naikan *floating chamber* sampai pada posisi di mana *pin* akan mengunci. Kemudian off kan *power heater* pada *gear box*.
- Kemudian buka ke 2 pelat lalu gunakan pisau kape untuk mengangkat hasil biokomposit yang berbentuk gumpalan lalu potong kecil-kecil untuk mempermudah pengujian termal
- Sesudah selesai digunakan turunkan suhu sampai 145°C agar mempermudah pencucian, *rheomix* kemudian di cuci lagi seperti pencucian awal dengan resin polipropilena sebanyak 3 kali agar bersih
- Sesudah bersih turunkan suhu sampai 70°C lalu matikan rotor dan *control panel* lalu cabut ke 2 pelat dan ke 2 *screw* lalu matikan alat dan cabut kabel dari sumber listrik.

### 3.6 Pengujian Termal

Pengujian termal dari sampel yang di hasilkan dilakukan menggunakan mesin *Thermogravimetric Analysis* (TGA) *Linseis* STA PT-1600 yang terdapat di LIPI KIMIA Serpong dengan prosedur sebagai berikut :



**Gambar 3.3** *Linseis* STA PT-1600

Tahapan pengujian termal TGA yang dilakukan dalam penelitian ini dengan menggunakan alat STA Linseis PT 1600 adalah sebagai berikut:

- Menyalakan alat *power supply* dan pemutar air. Adanya sirkulasi air ditandai dengan lampu hijau.
- Menyalakan alat STA Linseis PT 1600, tanpa menyalakan komputer terlebih dahulu.
- Melihat layar TG dan suhu ( $\pm 80^{\circ}\text{C}$  sampai  $90^{\circ}\text{C}$ ).
- Menaikkan furnace dan memasang krus kosong untuk TG.
- Mengatur timbangan pada alat.
- Menyalakan komputer dan membuka program STA pada desktop dan pada layar TG menunjukkan nilai 23 mg (total masa krus).
- Menimbang sampel 10 mg dan memasukkannya ke dalam krusibel kemudian memasangnya pada sensor.

- Mensetting program STA, klik *acquisition/type*: pilih TG.
- Mengatur identitas, berat sampel, temperature, kecepatan pemanasan, waktu running, dan *zero line*.
- Mengatur suhu, pada temperature *profile*: isi *speed* 20 deg/min dan maksimum temperatur.
- Menekan *actual value*, memasukkan speed dan maksimum temperatur.
- Menekan *option/set-up scale*, menekan *automatic zero* dan membiarkan timbangan nol.
- Menekan *start* (running sampel), selama proses pengukuran meminimalisir getaran karena alat sangat sensitif.

### 3.7 Pengujian *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Pengujian *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dilakukan untuk mengetahui gugus-gugus apa saja yang terdapat di dalam biokomposit polipropilena-lignin komersial, Pengujian *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dilakukan Nicolet iS10 yang terdapat pada laboratorium instrumen Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta dengan prosedur sebagai berikut :



**Gambar 3.4** Nicolet iS10

- Hubungkan kabel instrumen dengan sumber listrik.
- Nyalakan instrument FTIR dengan menekan tombol *power on*, tunggu hingga proses inisiasi selesai.
- Hidupkan komputer, klik ikon *Spectrum*.

- Sebelum melakukan pemindaian sampel, lakukan pemindaian *background* untuk menghilangkan hasil pemindaian lingkungan pada saat pemindaian sampel dengan cara mengklik *collect background*.
- Letakkan sampel yang sudah dipreparasi pada tempat sampel, kemudian lakukan pemindaian sampel dengan cara mengklik *collect sample*, pastikan parameter pemindaian yang dilakukan benar, tunggu hingga proses pemindaian selesai.
- Apabila diperlukan, lakukan perbandingan spektrum yang diperoleh dari hasil pemindaian sampel dengan spektrum polimer standar yang ada di basis data (*library*) dan lakukan interpretasi pada hasil pemindaian untuk mengetahui analisa gugus yang terkandung pada sampel.  
Simpan hasil pemindaian yang didapat.



## BAB IV

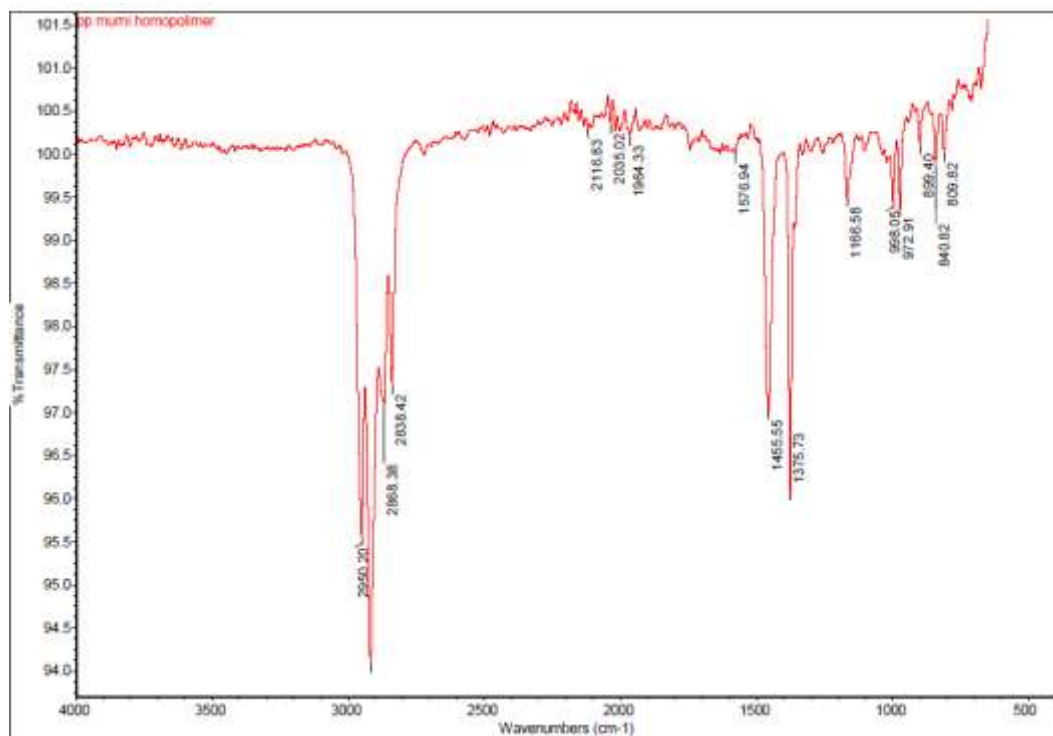
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pengujian *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Pengujian *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dilakukan dengan analisis kualitatif. Analisis kualitatif FTIR dilakukan untuk mengetahui senyawa organik yang terkandung dalam sampel gugus fungsi yang terdapat didalam sampel pembuatan biokomposit polipropilena yang ditambahkan lignin.

##### 1. Hasil Pengujian FTIR Polipropilena

Dari hasil pengujian FTIR polipropilena didapatkan spektrum bilangan gelombang polipropilena yang tampak pada gambar 4.1



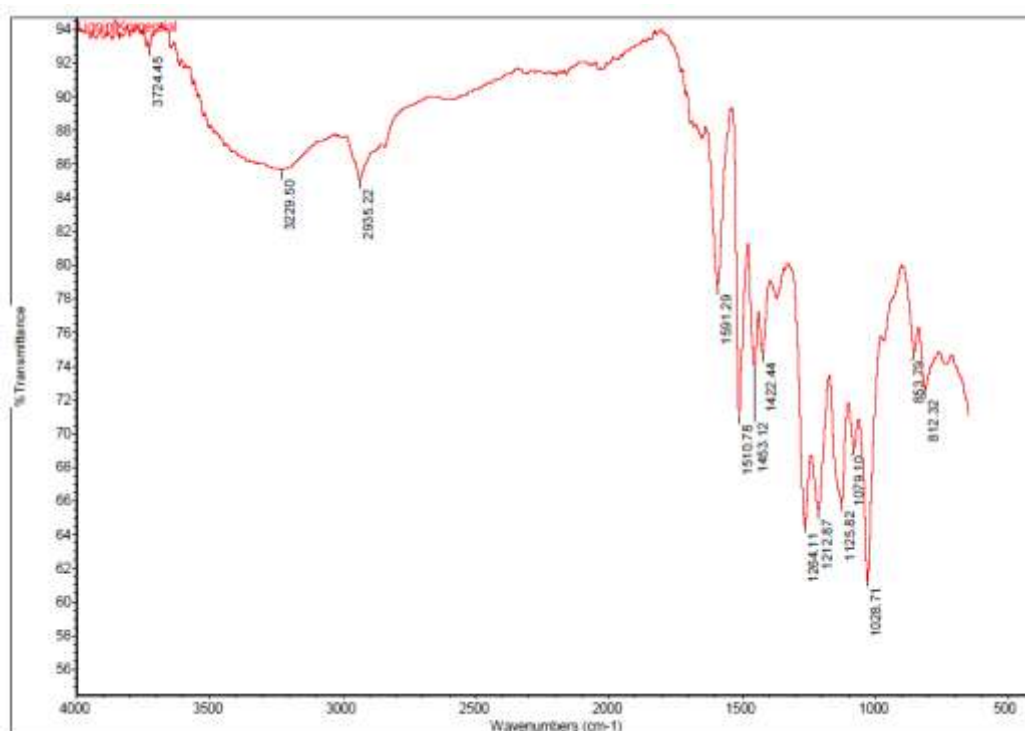
**Gambar 4.1** Spektrum FTIR Polipropilena

Berdasarkan gambar 4.1 dan hasil interpretasi FTIR, diketahui terdapat gugus hidrokarbon (C-H) alkana pada bilangan gelombang 2950,20 cm<sup>-1</sup>, 2868,38 cm<sup>-1</sup>, 1455,55 cm<sup>-1</sup> dan 1375,73 cm<sup>-1</sup>, Pada bilangan gelombang 1576,94 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya gugus (C=C) aromatik, berdasarkan hasil bilangan

gelombang di atas dapat disimpulkan bahwa hasil dari pengujian FTIR tersebut merupakan sampel polipropilena karena terdapat senyawa hidrokarbon (Skoog dkk, 2007)

## 2. Hasil Pengujian FTIR Lignin

Dari hasil pengujian FTIR lignin didapatkan spektrum bilangan gelombang lignin yang tampak pada gambar 4.2

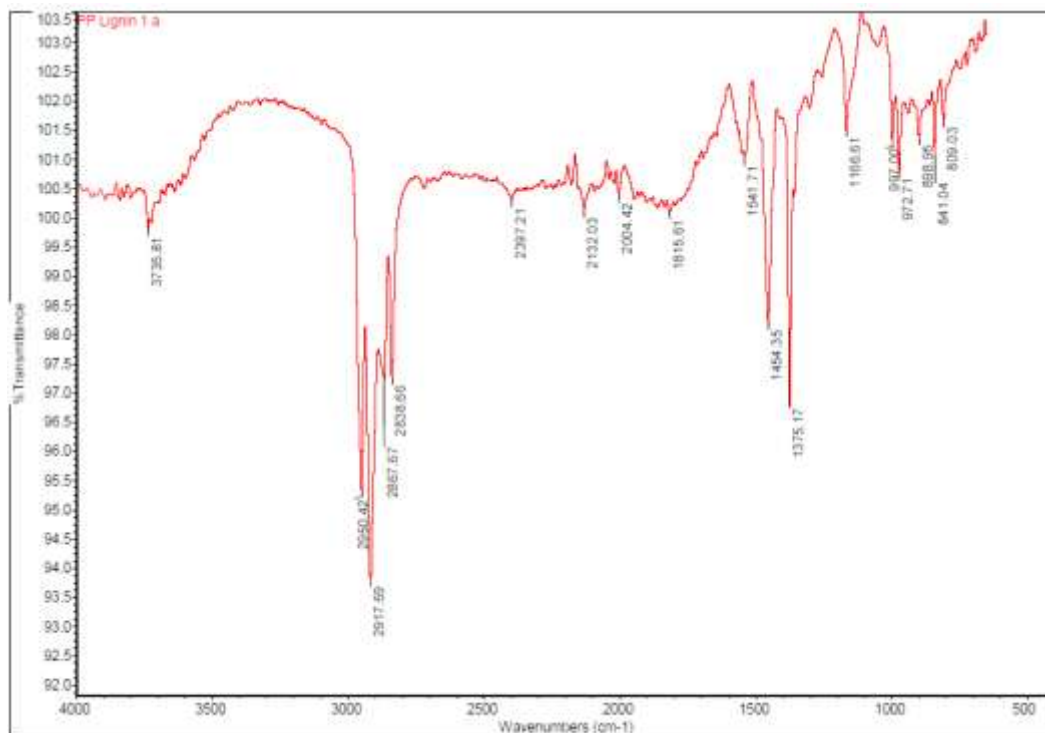


**Gambar 4.2** Spektrum FTIR Lignin

Berdasarkan gambar 4.2 dan hasil interpretasi FTIR, diketahui pada bilangan gelombang  $3229,50 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus (O-H), Pada bilangan gelombang  $2935,22 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1453,12 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1422,44 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus hidrokarbon (C-H) alkana, Pada bilangan gelombang  $1591,29 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1510,78 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus (C=C) aromatik, Pada bilangan gelombang  $1264,11$  menunjukkan adanya gugus cincin guaisil yang merupakan penyusun dari lignin, berdasarkan hasil bilangan gelombang di atas dapat disimpulkan bahwa hasil dari pengujian FTIR tersebut merupakan sampel lignin karena terdapat struktur dan unit penyusun lignin (Simatupang, 2012).

### 3. Hasil Pengujian FTIR Biokomposit Polipropilena-Lignin 5 Phr

Dari hasil pengujian FTIR biokomposit polipropilena-lignin 5 Phr, didapatkan spektrum bilangan gelombang biokomposit polipropilena-lignin 5 phr yang tampak pada gambar 4.3

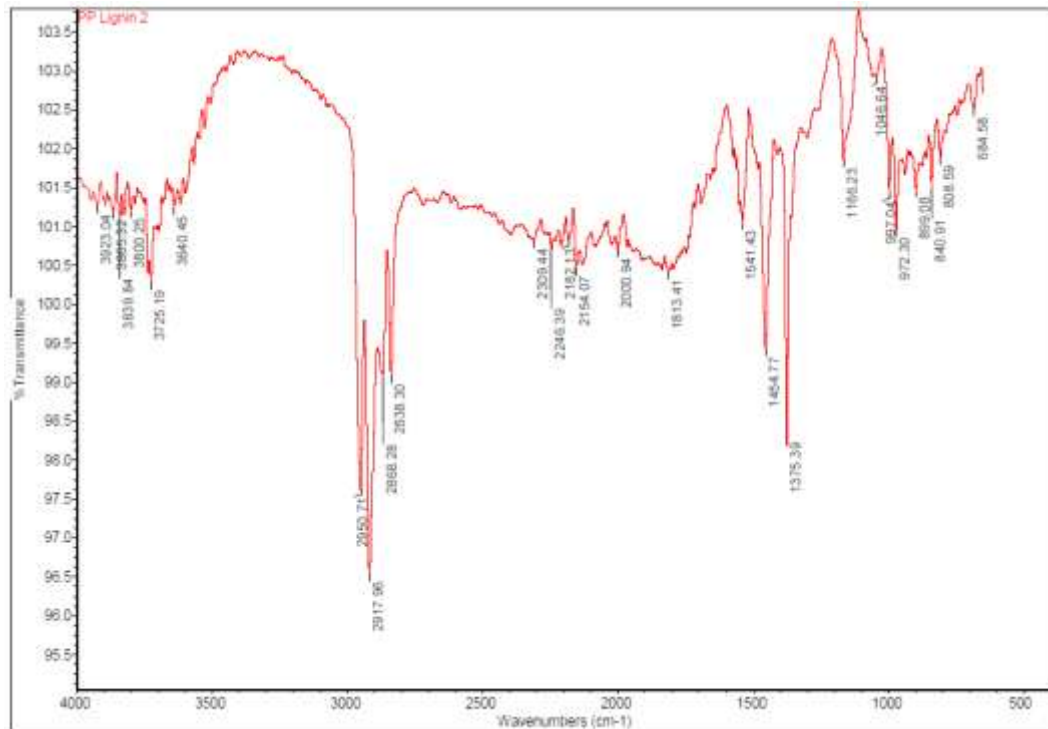


**Gambar 4.3** Spektrum Biokomposit Polipropilena-lignin 5 Phr

Berdasarkan gambar 4.3 dan hasil interpretasi FTIR, diketahui terdapat gugus hidrokarbon (C-H) alkana pada bilangan gelombang 2950,42 cm<sup>-1</sup>, 2917,69 cm<sup>-1</sup>, 2867,67 cm<sup>-1</sup>, 1454,35 cm<sup>-1</sup> dan 1375,17 cm<sup>-1</sup> yang merupakan struktur polipropilena murni (Skoog dkk, 2007), Pada bilangan gelombang 1541,71 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus (C=C) aromatik yang merupakan struktur lignin, pada bilangan gelombang 1166,61 cm<sup>-1</sup> menunjukkan gugus khas untuk HGS lignin yang merupakan unit penyusun lignin (Pan dkk, 1999)

### 4. Hasil Pengujian FTIR Biokomposit Polipropilena-Lignin 10 Phr

Dari hasil pengujian FTIR biokomposit polipropilena-lignin 10 phr, didapatkan spektrum bilangan gelombang biokomposit polipropilena-lignin 10 phr yang tampak pada gambar 4.4

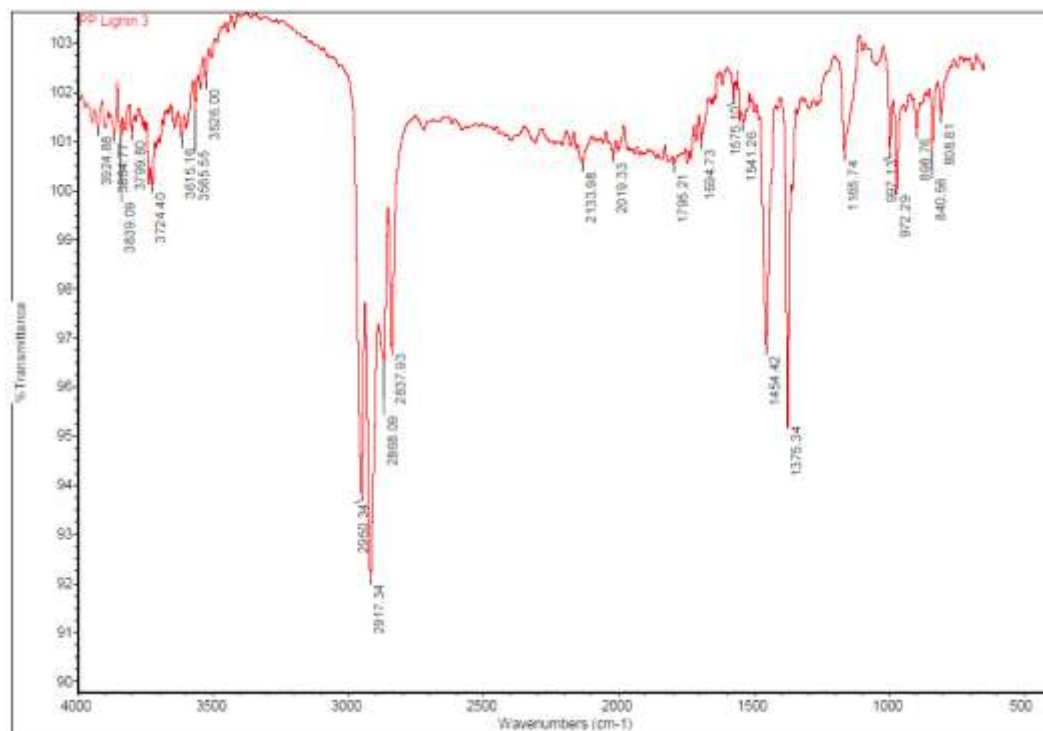


**Gambar 4.4** Spektrum Biokomposit Polipropilena-lignin 10 phr

Berdasarkan gambar 4.4 dan hasil interpretasi FTIR, diketahui terdapat gugus hidrokarbon (C-H) alkana pada bilangan gelombang  $2950,71\text{ cm}^{-1}$ ,  $2917,96\text{ cm}^{-1}$ ,  $2868,28\text{ cm}^{-1}$ ,  $1454,77\text{ cm}^{-1}$  dan  $1375,39\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan struktur polipropilena murni (Skoog dkk, 2007), Pada bilangan gelombang  $1541,43\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus (C=C) aromatik yang merupakan struktur lignin, pada bilangan gelombang  $1166,23\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan gugus khas untuk HGS lignin yang merupakan unit penyusun lignin (Pan dkk, 1999).

##### 5. Hasil Pengujian FTIR Biokomposit Polipropilena-Lignin 15 Phr

Dari hasil pengujian FTIR biokomposit polipropilena-lignin 15 phr, didapatkan spektrum bilangan gelombang biokomposit polipropilena-lignin 15 phr yang tampak pada gambar 4.5



**Gambar 4.5** Spektrum Biokomposit Polipropilena-lignin 15 phr

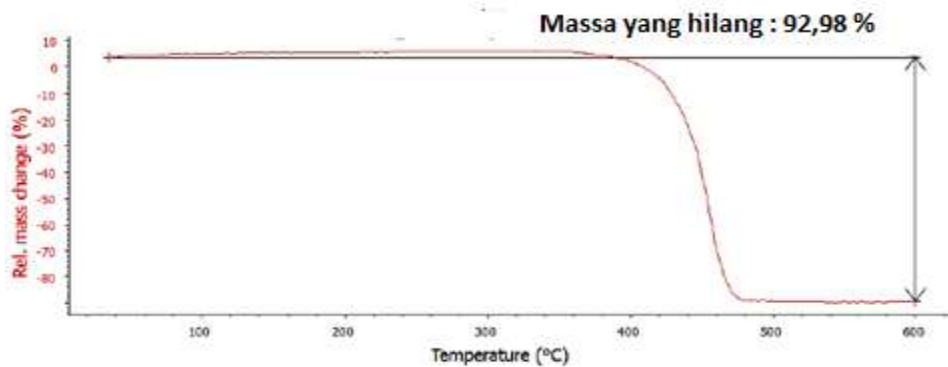
Berdasarkan gambar 4.5 dan hasil interpretasi FTIR, diketahui terdapat gugus hidrokarbon (C-H) alkana pada bilangan gelombang  $2950,34\text{ cm}^{-1}$ ,  $2917,34\text{ cm}^{-1}$ ,  $1454,42\text{ cm}^{-1}$  dan  $1375,34\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan struktur polipropilena murni (Skoog dkk, 2007), Pada bilangan gelombang  $1541,26\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus (C=C) aromatik yang merupakan struktur lignin, pada bilangan gelombang  $1165,74\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan gugus khas untuk HGS lignin yang merupakan unit penyusun lignin (Pan dkk, 1999).

#### 4.2 Hasil Pengujian termal *Termogravimetric Analysis* (TGA)

Pengujian analisis termal ini menggunakan alat pengujian *Termogravimetric Analysis* (TGA). pengujian *Termogravimetric Analysis* (TGA) dilakukan untuk mengetahui degradasi termal, sisa massa terurai dan perubahan massa biokomposit polipropilena-lignin.

##### 1. Hasil Pengujian Polipropilena

Hasil pengujian dengan menggunakan instrument TGA terhadap polipropilena memberikan hasil termogram yang di sajikan pada gambar 4.6

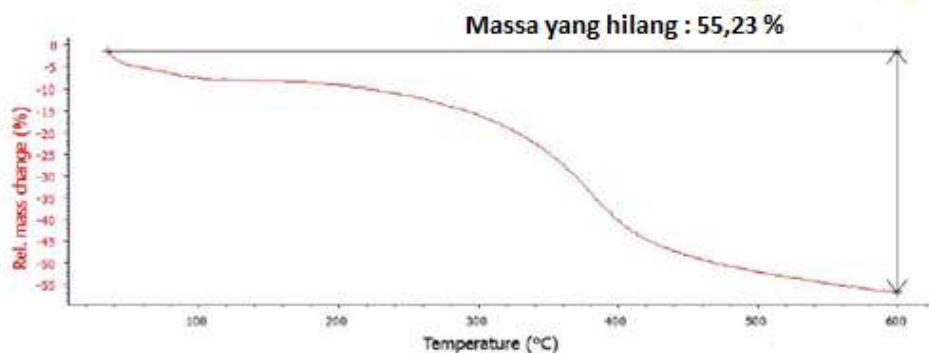


**Gambar 4.6** Termogram TGA Polipropilena

Berdasarkan kurva TGA hasil dari polipropilena (100%) menunjukkan bahwa persen (%) massa yang hilang polipropilena adalah 92,88%, Proses degradasi termal polipropilena mulai terjadi pada suhu 400°C-490°C, hasil dari degradasi tersebut sesuai dengan literatur msds polipropilena yaitu >300°C sisa massa dari polipropilena tersebut yang tidak terurai yaitu 7,02%.

## 2. Hasil Pengujian Lignin

Hasil pengujian dengan menggunakan instrument TGA terhadap lignin komersial memberikan hasil termogram yang di sajikan pada gambar 4.7



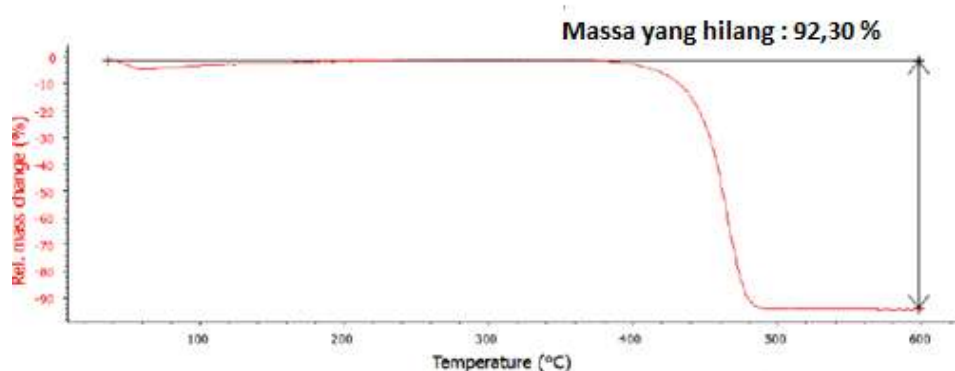
**Gambar 4.7** Termogram TGA Lignin

Berdasarkan kurva TGA hasil dari Lignin (100%) menunjukkan bahwa persen (%) massa yang hilang lignin adalah 55,23%, sedangkan degradasi termal lignin berjalan dalam rentang suhu yang lebar. Degradasi termal lignin yang lebar ini disebabkan karena adanya berbagai gugus fungsi oksigen dalam struktur lignin.

Lignin mulai terdegradasi secara perlahan pada suhu 40°C dengan degradasi termal utama terjadi pada kisaran suhu 300-500°C, sisa massa dari lignin yang tidak terurai yaitu 44,76%

### 3. Hasil Pengujian TGA Biokomposit-Lignin 5 Phr

Hasil pengujian dengan menggunakan instrument TGA terhadap biokomposit-Lignin 5 Phr memberikan hasil termogram yang disajikan pada gambar 4.8

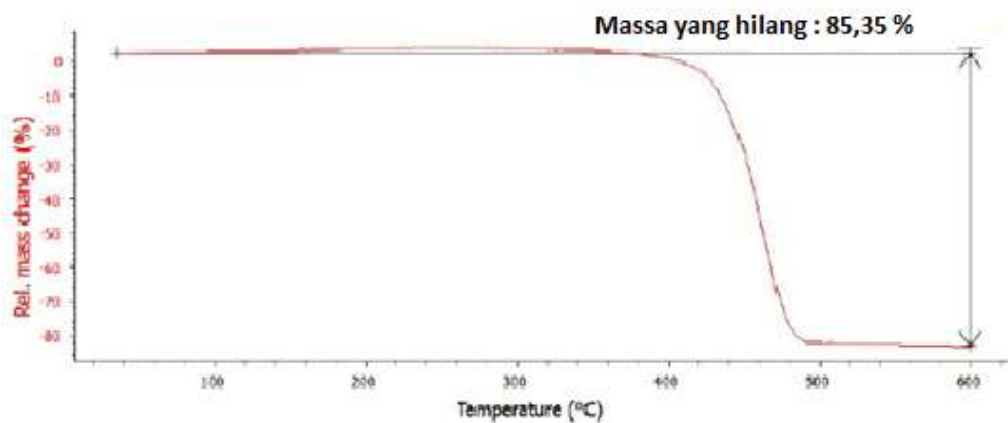


**Gambar 4.8** Termogram biokomposit polipropilena-lignin 5 phr

Berdasarkan kurva TGA hasil dari biokomposit polipropilena-lignin 5 phr (100%) menunjukkan bahwa persen (%) massa yang hilang pada biokomposit polipropilena-lignin 5 phr adalah 92,30%, Proses degradasi termal biokomposit polipropilena-lignin 5 phr mulai terjadi pada suhu sekitar 390°C-490°C, berdasarkan hasil dari degradasi tersebut tidak terjadi perubahan yang signifikan pada perubahan massa yang hilang antara biokomposit polipropilena-lignin 5 phr dengan polipropilena murni. sisa massa dari biokomposit polipropilena-lignin 5 phr yang tidak terurai yaitu 7,69%.

### 4. Hasil Pengujian Biokomposit Polipropilena-Lignin 10 phr

Hasil pengujian dengan menggunakan instrument TGA terhadap biokomposit polipropilena-lignin 10 phr memberikan hasil termogram yang disajikan pada gambar 4.9

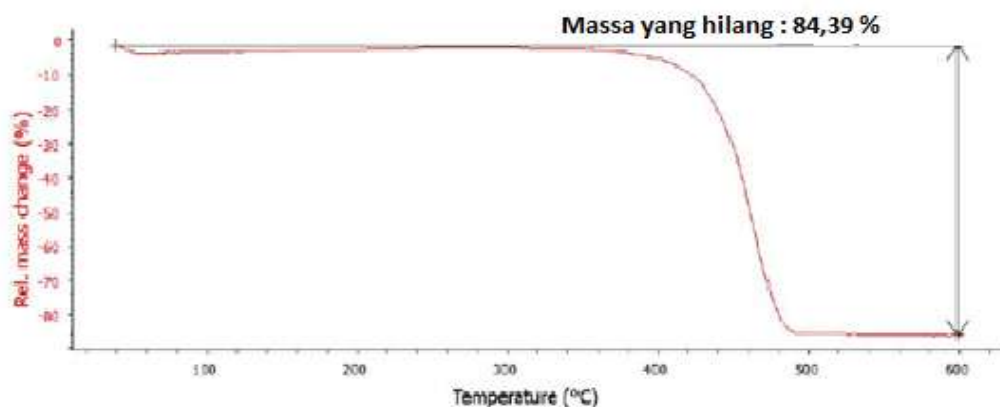


**Gambar 4.9** Termogram TGA Biokomposit Polipropilena-Lignin 10 phr

Berdasarkan kurva TGA hasil dari biokomposit polipropilena-lignin 10 phr (100%) menunjukkan bahwa persen (%) massa yang hilang pada biokomposit polipropilena-lignin 10 phr adalah 85,35%, Proses degradasi termal biokomposit polipropilena-lignin 10 phr mulai terjadi pada suhu sekitar 380°C-490°C, berdasarkan hasil dari degradasi tersebut tidak terjadi perubahan yang signifikan pada perubahan massa yang hilang antara biokomposit polipropilena-lignin 10 phr dengan biokomposit polipropilena-lignin 10 phr. sisa massa dari biokomposit polipropilena-lignin 10 phr yang tidak terurai yaitu 14,64%

##### 5. Hasil Pengujian Biokomposit Polipropilena-Lignin 15 Phr

Hasil pengujian dengan menggunakan instrument TGA terhadap biokomposit polipropilena-lignin 15 phr memberikan hasil termogram yang disajikan pada gambar 5.0



**Gambar 5.0** Termogram TGA Biokomposit Polipropilena-Lignin 15 phr

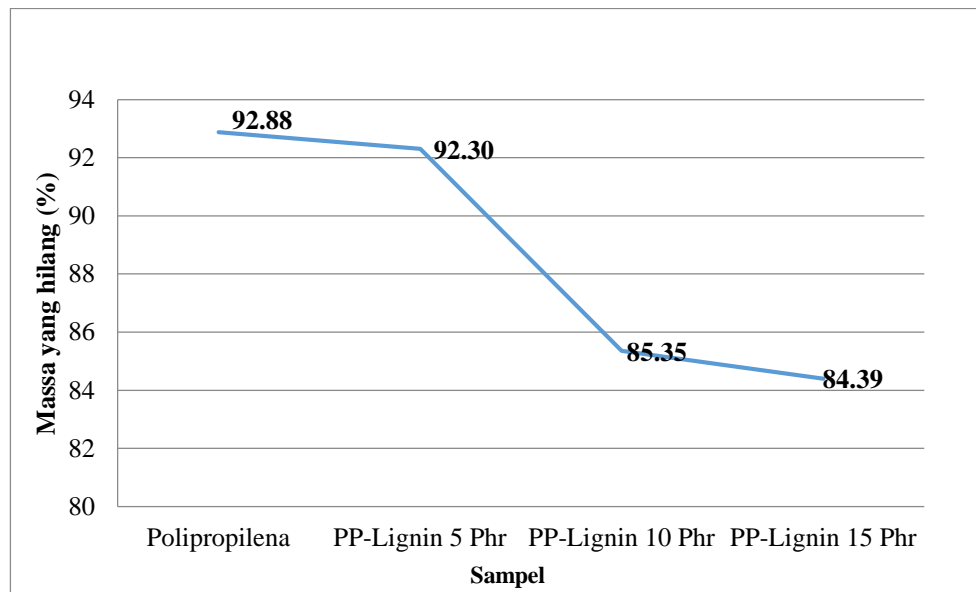
Berdasarkan kurva TGA hasil dari biokomposit polipropilena-lignin 15 phr (100%) menunjukkan bahwa persen (%) massa yang hilang pada biokomposit polipropilena-lignin 15 phr adalah 84,39%, Proses degradasi termal biokomposit polipropilena-lignin 15 phr mulai terjadi pada suhu 350°C-490°C, berdasarkan hasil dari degradasi tersebut terjadi perubahan yang signifikan pada perubahan massa yang hilang antara biokomposit polipropilena-lignin 15 phr dengan biokomposit polipropilena-lignin 10 phr. Sisa massa dari biokomposit polipropilena-lignin 15 phr yang tidak terurai yaitu 15,60%

Berdasarkan hasil pengujian *Termogravimetric Analysis* (TGA) terhadap ke 4 variasi sampel tersebut, disajikan pada tabel 4.1

**Tabel 4.1** Hasil Pengujian *Thermogravimetric Analysis* (TGA)

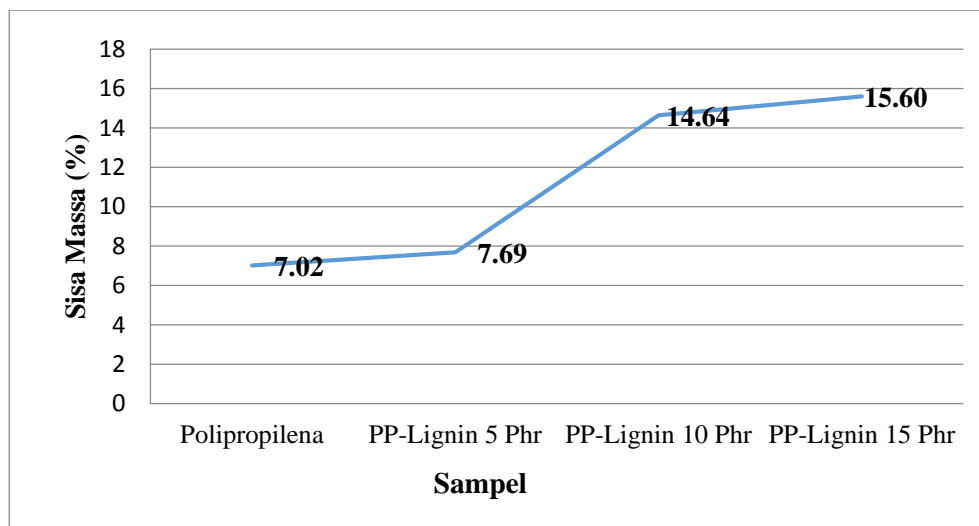
Sampel	Massa yang hilang (%)	Temperatur pendegradasian (°C)	Sisa Massa Terurai (%)
Polipropilena	92,88	400-490	7,02
PP-Lignin-PP-g-MA 5 Phr	92,30	390-490	7,69
PP-Lignin-PP-g-MA 10 Phr	85,35	380-490	14,64
PP-Lignin-PP-g-MA 15 Phr	84,39	350-490	15,60

Dari tabel 4.1 hasil pengujian TGA dapat disimpulkan bahwa penambahan lignin ke dalam biokomposit polipropilena-lignin dapat mempercepat laju suhu pendegradasian ke arah suhu yang rendah.



**Gambar 5.1** Massa Yang Hilang Pada Biokomposit Polipropilena-Lignin

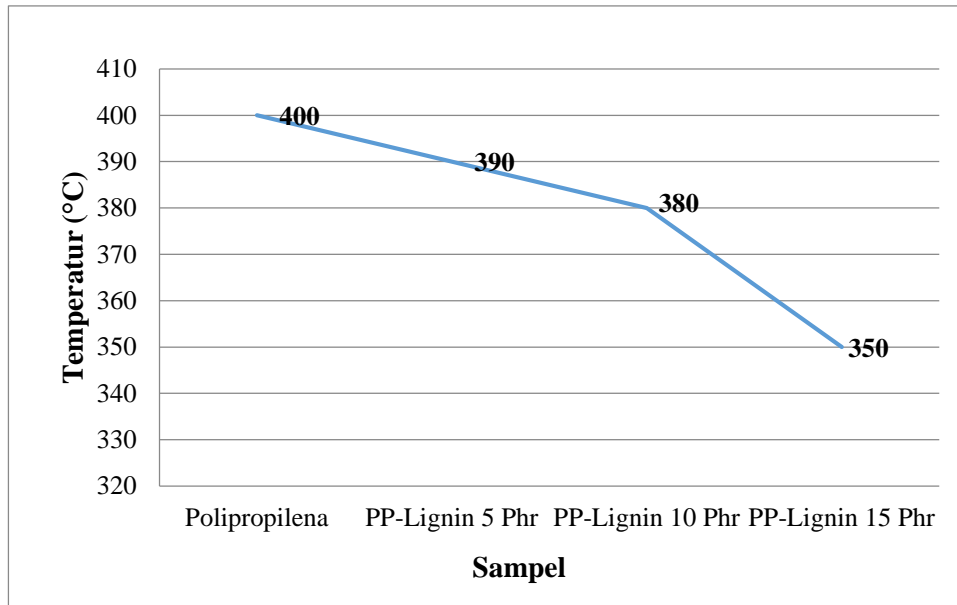
Dari data gambar 5.1 dapat disimpulkan bahwa penambahan variasi lignin ke dalam biokomposit polipropilena-lignin mengurangi persen massa yang hilang sehingga sisa masa yang dihasilkan semakin banyak.



**Gambar 5.2** Sisa Massa Terurai Biokomposit Polipropilena-Lignin

Dari data gambar 5.2 dapat disimpulkan bahwa penambahan variasi lignin ke dalam biokomposit polipropilena-lignin dapat meningkatkan hasil sisa massa terurai biokomposit polipropilena-lignin, hal ini dikarenakan struktur kimia lignin yang kurang berkontribusi terhadap kemampuan terbakar suatu material yang disebabkan karena tingginya kemampuan menjadi arang dan rendahnya pelepasan

panas ketika dibakar, sehingga lignin sendiri dapat berfungsi sebagai *flame retardant* (Ghozali, 2016)



**Gambar 5.3** Degradasi Termal Biokomposit Polipropilena-Lignin

Dari data gambar 5.3 dapat disimpulkan penambahan variasi lignin ke dalam biokomposit polipropilena-lignin dapat mempercepat laju pendegradasian, hal ini diduga karena terdapat ruang kosong dalam struktur biokomposit polipropilena-lignin yang diisi dengan oksigen atau udara yang terperangkap, tetapi ada kemungkinan juga akibat munculnya unit fenil propanoid kompleks yang mengandung gugus fenil aromatik dari lignin. Selain itu, kehadiran beberapa gugus hidroksil juga berkontribusi dalam peningkatan stabilitas struktur aromatik dalam struktur lignin sehingga mempercepat laju pendegradasian (Ghozali, 2016)

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan analisis data hasil dari penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan lignin terhadap degradasi termal biokomposit polipropilena lignin ternyata mempercepat laju pendegradasian dari biokomposit polipropilena-lignin tersebut, hal itu terlihat nyata pada biokomposit polipropilena-lignin 15 phr
2. Hasil dari pengujian FTIR terhadap biokomposit polipropilena-lignin menunjukkan bahwa komposisi yang terdapat di dalam biokomposit polipropilena-lignin tersebut tidak ditemukan adanya gugus fungsi lain selain gugus yang terdapat pada struktur polipropilena dan struktur lignin.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan analisis data hasil dari penelitian didapatkan saran sebagai berikut :

1. Penelitian lanjutan, Perlu dilakukannya uji biodegradasi
2. Penelitian lanjutan, Sebaiknya menggunakan variasi lignin yang lebih banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

Abubakar. 2013. Preparasi dan Karakterisasi Bahan Komposit Polipropilena dengan Pengisi Serat Limbah Padat (Fibre Recovery) dari Pabrik Pulp dan Kertas. *Logaritma*. I(01): 98-108.

Agrawal, Akriti, Nirmala Kaushik, and Soumitra Biswas. 2014. Derivatives and Applications of Lignin – An Insight. *The Scitech Journal*. 01.(07): 30-36.

Anam, Choirul, Sirojudin, dan K Sofjan Firdausi. 2007. Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *Berkala Fisika*.10(1): 79-85.

Arlofa, Nina dan Hendro Herutomo. 2017. Perbandingan Analisis Gugus Ataktik pada Polimer Polipropilena dengan Metode Gravimetri dan Fourier Transform Infra Red (FTIR). Serang: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya.

Astika, I Made, I Putu Lokantara, dan I Made Gatot Karohika. 2013. Sifat Mekanis Komposit Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. 6(2): 95-202.

Carraher, Charles E. Jr. 2003. *Polymer Chemistry, (6th ed.) Revised and Expanded*. Florida: Marcel Dekker, Inc

Castiqliana, Silvia, dan Halimatuddahlia. 2016. Pengaruh Penambahan Maleat Anhidrida-Grafted-Polipropilena Terhadap Sifat Kekuatan Bentur dan Penyerapan Air Komposit Hibrid Plastik Bekas Kemasan Gelas Berpengisi Serbuk Serat Ampas Tebu dan Serbuk Serat Kaca. Medan: Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.

Dilara, P. A. and D. Briassoulis. 2000. Degradation and Stabilization of Low-density Polyethylene Films used as Greenhouse Covering Materials. *J. agric. Engng Res.* (76): 309-321.

Ginting, Eva Marlina. 2015. Analisis Termal dan Struktur Nano Komposit dengan Bahan Pengisi Nano Partikel Abu Sekam Padi. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 16(2): 65-70.

Ghozali, M., E. Triwulandari, A. Haryono, dan E. Yuanita. 2016. Effect of Lignin on Morphology, Biodegradability, Mechanical, and Thermal Properties of Low Linear Density Polyethylene/Lignin Biocomposites. Jakarta: LIPI. Pusat Penelitian Kimia.

Ghozali, Muhammad, Yan Irawan, dan Wihatmoko Waskitoaji. 2017. Pengaruh Penambahan Lignin terhadap Stabilitas Termal Biokomposit Poliasam Laktat/Lignin. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian. 14(1): 45 – 51.

Hartati, Sri. 2016. Prospek Penggunaan Kayu Rendah Lignin Hasil Teknologi DNA untuk Proses Pulping yang Efisien Dan Ramah Lingkungan. Ecolab. 10(1): 1-48.

Hidayani, Tengku Rachmi, Elda Pelita, dan Dyah Nirmala. 2015. Karakteristik Plastik Biodegradabel dari Limbah Plastik Polipropilena dan Pati Biji Durian. Majalah Kulit, Karet, dan Plastik. 31(1): 09-14.

Illah, Muhammad Atha dan Hosta Ardhyanta. 2013. Pengaruh Jenis Katalis terhadap Kekuatan Tarik dan Stabilitas Termal Polidimetilsiloksan (PDMS) untuk Lapisan Pelindung Baja AISI 1050. Jurnal Teknik POMITS. 2(1): 41-44.

Maddah, Hisham A., 2016. Polypropylene as a Promising Plastic: A Review. American Journal of Polymer Science. 6(1): 1-11.

Maier, Clive & Calafut, Teresa. 1998. Polypropylene, The Definitive User's Guide and Databook. Norwich: Plastics Design Library.

Muhajir, Muhamad, Muhammad Alfian Mizar, dan Dwi Agus Sudjimat. 2016. Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam dengan Berbagai Varian Tata Letak. Jurnal Teknik Mesin. 24(2): 1-8.

Pan, Xue-Jun and Yoshihiro Sano. 1999. Atmospheric Acetic Acid Pulping of Rice Straw IV: Physico-Chemical Characterization of Acetic Acid Lignins from Rice Straw and Woods. Part 1. Physical Characteristics. *Holzforschung*. 53(5): 511-518.

Rohaeti, Eli. 2009. Karakterisasi Biodegradasi Polimer. Yogyakarta: Jurdik Kimia FMIPA UNY.

Rostek, Ewa and Krzysztof Biernat. 2013. Thermogravimetry as a Research Method in the Transformation Processes of Waste Rubber and Plastic Products for Energy Carriers (WtE and WtL Processes). *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*. 1(2): 163-171.

Simatupang, Harmaja, Andi Nata, dan Netti Herlina. 2012. Studi Isolasi dan Rendemen Lignin dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 1(1): 20-24.

Sriyanto. 2016. Study Sifat Fisis Dan Mekanis Bahan Polipropilena Pada Produk Penutup Spion Sepeda Motor Merk A dan Merk B. Surakarta: Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Suhartati, Siti. 2016. Analisis Sifat Fisika dan Kimia Lignin Tandan Kosong Kelapa Sawit asal Desa Sape, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat. *Jurnal Kimia VALENSI: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*. 2(1): 24-29.

Suseno, Jatmiko Endro, dan K. Sofjan Firdausi. 2008. Rancang Bangun Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared) untuk Penentuan Kualitas Susu Sapi. *Berkala Fisika*. 11(1): 23-28.

Syawaldi. 2015. Pengaruh Persentase Serbuk Partikel Serat Kayu Akasia Pada Bahan Jenis Termoplastik Polipropilena Terhadap Kekuatan Impak Dan Tekuk Melalui Cetakan Tekan Panas (Hot Press). Riau: Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Waryat, M.Romli, A. Suryani, I. Yuliasih, dan S. Johan. 2013. Penggunaan Compatibilizer untuk Meningkatkan Karakteristik Morfologi, Fisik dan Mekanik Plastik Biodegradabel Berbahan Baku Pati Termoplastik Polietilen. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 14(3): 214-221.

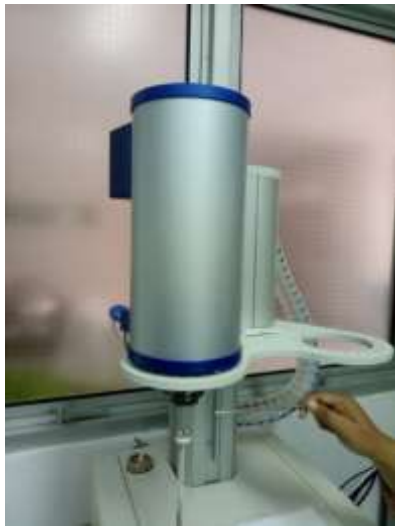
**LAMPIRAN A**  
**GAMBAR ALAT**



**Gambar Timbangan**



**Gambar *Rheomix* (untuk pembuatan komposit)**



**Gambar *Thermogravimetric Analysis (TGA)* (untuk Uji *Thermal*)**



**Gambar FTIR (*Fourier Transform InfraRed*)**

**LAMPIRAN B**  
**GAMBAR BAHAN**



**Gambar Polipropilena**



**Gambar PP-gMa**



**Gambar Lignin**

**LAMPIRAN C**  
**GAMBAR HASIL PENELITIAN**



**Gambar Hasil *Mixing* Biokomposit Polipropilena-Lignin  
(berupa bongkahan)**

## LAMPIRAN D

Hitungan untuk Phr (basis 40 gr resin PP) di ubah ke gram

$$5 \text{ Phr} = 5 \times 40/100 = 2 \text{ gram}$$

$$10 \text{ Phr} = 10 \times 40/100 = 4 \text{ gram}$$

$$15 \text{ Phr} = 15 \times 40/100 = 6 \text{ gram}$$