

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARAKTERISTIK TERMAL, MEKANIK, DAN KOMPOSISI KIMIA
PADA KOMPON POLIPROPILENA DENGAN PENAMBAHAN
MASTERBATCH RED 418 C

(Periode Januari-Mei 2018)



OLEH :

AHMAD FARIS FAJAR A. (1514046)
ALIFAH NUR SHABRINA (1514037)

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
JAKARTA
2018

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARAKTERISTIK TERMAL, MEKANIK, DAN KOMPOSISI KIMIA
PADA KOMPON POLIPROPILENA DENGAN PENAMBAHAN
MASTERBATCH RED 418 C

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



OLEH :

AHMAD FARIS FAJAR A. (1514046)
ALIFAH NUR SHABRINA (1514037)

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
JAKARTA
2018

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**

JUDUL PENELITIAN:

KARAKTERISTIK TERMAL, MEKANIK, DAN KOMPOSISI KIMIA PADA
KOMPON POLIPROPILENA DENGAN PENAMBAHAN *MASTERBATCH*
RED 418 C

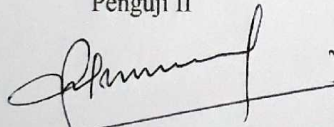
DISUSUN OLEH:

NAMA : ALIFAH NUR SHABRINA
NIM : 1514037
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir
Program Studi Teknik Kimia Polimer
Politeknik STMI Jakarta


Jakarta, Agustus 2018

Penguji II



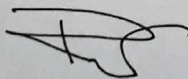
Ir. Parulian Leonard, M.MM
NIP. 195702141985031002

Penguji II



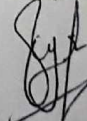
Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Penguji III



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng
NIP. 195609101984032002

Penguji IV



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

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**

JUDUL PENELITIAN:

KARAKTERISTIK TERMAL, MEKANIK, DAN KOMPOSISI KIMIA PADA
KOMPON POLIPROPILENA DENGAN PENAMBAHAN *MASTERBATCH*
RED 418 C

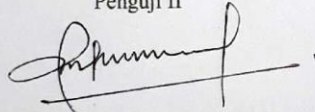
DISUSUN OLEH:

NAMA : AHMAS FARIS FAJAR AVIADI
NIM : 1514046
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir
Program Studi Teknik Kimia Polimer
Politeknik STMI Jakarta

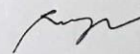
Jakarta, Agustus 2018

Penguji II



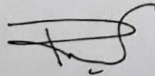
Ir. Parulian Leonard, M.MM
NIP. 195702141985031002

Penguji II



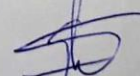
Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Penguji III



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng
NIP. 195609101984032002

Penguji IV



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

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL PENELITIAN:

KARAKTERISTIK TERMAL, MEKANIK DAN KOMPOSISI KIMIA PADA
KOMPON POLIPROPILENA DENGAN PENAMBAHAN
MASTERBATCH RED 418 C

NAMA : ALIFAH NUR SHABRINA
AHMAD FARIS FAJAR AVIADI

NIM : 1514037
1514046

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

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

Menyetujui,

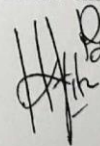
Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 19540523 198003 1 004

Jakarta, Mei 2018

Dosen Pembimbing



Fitria Ika Arvanti, S.T, M.Eng
NIP. 19850511 201402 2 001



Nomor : 010/ISJ-IND.7.2/VI/2018

Jakarta, 17 Mei 2018

Lampiran : 1 (satu)

Perihal : **Penugasan Proses
Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2017/2018**

Kepada

Yth. Ibu **Fitria Ika Aryanti, S.T., M. Eng**
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 01/SJ-IND 7.2/KEP/01 /2018 tanggal 03 Januari 2018 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Assisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2017/2018, maka dengan ini kami mengharap bantuan Ibu untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : **Alifah Nur Shabrina**

No. Induk : **1514037**

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

" Karakteristik Termal dan Mekanik Pada Pembuatan Kompon Polipropilena dengan Penambahan Masterbatch Red 418C . "

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan Ibu kami ucapkan terima kasih.



Direktur,

Dr. Mustofa, ST, MT

NIP : 19700924 200312 1 001

Tembusan:

1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Pertinggal



Nomor : 020/SJ-IND.7.2/VI/2018

Jakarta, 17 Mei 2018

Lampiran : 1 (satu)

Perihal : **Penugasan Proses
Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2017/2018**

Kepada
Yth. Ibu **Fitria Ika Aryanti, S.T., M. Eng**
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 01/SJ-IND 7.2/KEP/01 /2018 tanggal 03 Januari 2018 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Assisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2017/2018, maka dengan ini kami mengharap bantuan Ibu untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : **Ahmad Faris Fajar A.**

No. Induk : **1514046**

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

" Karakteristik Termal dan Mekanik Pada Pembuatan Kompon Polipropilena dengan Penambahan Masterbatch Red 418C. "

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan Ibu kami ucapkan terima kasih.



Dr. Mustofa, ST, MT

NIP : 19700924 200312 1 001

Tembusan:

1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Pertinggal

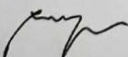
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR PENELITIAN

Nama : ALIFAH NUR SHABRINA / AHMAD FARU FAJAR AVIADI
 NIM : 1514037 / 1514046
 Judul TA Penelitian : KARAKTERISTIK TERMAL, MEKANIK DAN KOMPOSISI
 KIMIA PADA KOMPON POLIPROPILENA DENGAN
 PENAMBAHAN MASTERBATCH RED 418 C.
 Pembimbing : FITRIA IKA ARYANTI, S.T., M.ENG.


Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
24 Januari 2018		Membahas Rencana Penelitian.	f
20 Februari 2018		Membahas proposal Pengajuan bahan dan membahas studi literatur tentang kompon plastik	f
13 Maret 2018		Membahas pembelian bahan baku masterbatch dan membuat rangkuman studi literatur tentang kompon plastik.	f
27 Maret 2018		Membahas variabel Penelitian.	f
29 Maret 2018	1 - 2	Revisi Latar Belakang, Revisi Batasan masalah, dan Revisi Tinjauan Pustaka.	f
3 April 2018		Membahas Persiapan penggunaan mesin compounder dan Differential Scanning calorimetry (Dsc).	f
10 April 2018	1 - 3	Revisi Penulisan Laporan, Revisi Gambar prosedur penelitian, dan Revisi Tinjauan Pustaka.	f
24 April 2018	1 - 3	Revisi variabel tetap Penelitian, Revisi tinjauan pustaka	f
2 Mei 2018	1 - 3	Membuat proposal pengajuan Tugas Akhir Penelitian dan Revisi Ruang Lingkup Penelitian.	f

22 Mei 2018	1 - 4	Revisi penulisan Laporan, Revisi Timbangan pustaka dan Revisi Hasil pengujian Fourier Transform Infrared (FTIR).	f
31 Mei 2018	1 - 4	Revisi penulisan Laporan dan Revisi Hasil dan Pembahasan Pengujian Differential Scanning Calorimetry (DSC) dan Universal Testing Machine (UTM)	f

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer


Ir. Roosmarharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Pembimbing,


Fitria Ika Aryanti, S.T, M.Eng
NIP. 198505112014022001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

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

Nama : Alifah Nur Shabrina

NIM : 1514037

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir Penelitian yang kami buat dengan judul Karakteristik Termal, Mekanik dan Komposisi Kimia pada Kompon Polipropilena dengan Penambahan *Masterbatch Red 418 C*:

- 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 karya 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 dengan mencantumkan referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir Penelitian kami.

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

Jakarta, Mei 2018

Yang Membuat Pernyataan



METERAI
TEMPEL
E9CBEAFF080437642
6000
ENAM RIBU RUPIAH
Alifah Nur Shabrina

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

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

Nama : Ahmad Faris Fajar Aviadi

NIM : 1514046

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir Penelitian yang kami buat dengan judul Karakteristik Termal, Mekanik dan Komposisi Kimia pada Kompon Polipropilena dengan Penambahan *Masterbatch Red 418 C*:

- 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 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 dengan mencantumkan referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir Penelitian kami.

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

Jakarta, Mei 2018

Yang Membuat Pernyataan



Ahmad Faris Fajar Aviadi

KATA PENGANTAR

Puji syukur Allah SWT., karena atas limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir penelitian ini. Penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat penyelesaian akademik Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian R.I. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari s.d Mei 2018. Pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dan mendukung selama pelaksanaan dan penulisan laporan tugas akhir penelitian ini terutama kepada:

1. Allah SWT, atas berkat dan rahmat-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. Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Penelitian di Politeknik STMI Jakarta,
6. Syaiful Ahsan, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta,
7. Ida Nur Apriani, S.ST, M.Si., selaku Dosen yang membantu pengoperasian alat saat pengujian sampel,
8. Teman-teman Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta angkatan 2014,
9. 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, Mei 2018

Penulis

ABSTRAK

Penggunaan *masterbatch* saat ini banyak divariasikan untuk memenuhi permintaan konsumen yang kreatif pada pembuatan kompon polipropilena. Pada penelitian ini resin polipropilena ditambahkan *masterbatch red 418 C* dan diproses menggunakan mesin *compounder* menjadi kompon polipropilena. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan *masterbatch red 418 C* terhadap karakteristik termal, mekanik serta mengetahui komposisi kimia pada kompon polipropilena. Variasi komposisi *masterbatch red 418 C* yang digunakan adalah 0%, 2%, dan 4%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pengujian termal penambahan *masterbatch red 418 C* pada kompon polipropilena tidak menyebabkan perubahan temperatur leleh (T_m) yang signifikan, yaitu hanya menyebabkan perubahan sebesar 0,4-0,7°C, namun menyebabkan kenaikan temperatur kristalisasi (T_c) dan penurunan entalpi pelelehan (ΔH_m). Pada pengujian mekanik diketahui bahwa semakin banyak jumlah *masterbatch red 418 C* yang ditambahkan maka kekuatan tariknya semakin menurun dan modulus elastisitas semakin meningkat, sedangkan nilai elongasi kompon PP/MB 2% mengalami penurunan yang tidak signifikan dan kompon PP/MB 4% mengalami peningkatan. Pada pengujian komposisi kimia, hasil komposisi kimia yang diketahui pada kompon PP/MB 0% hanya polipropilena, sedangkan komposisi kimia kompon PP/MB 2% dan kompon PP/MB 4% adalah polipropilena dan *linear low density polyethylene* (LLDPE). Sedangkan *masterbatch red 418 C* memiliki komposisi kimia dengan gugus *aliphatic hydrocarbons* yang diduga merupakan LLDPE, *inorganic carbonate* yang diduga merupakan kalsium karbonat serta *aliphatic carboxylic acid salts*.

Kata kunci: resin polipropilena (PP), kompon, *masterbatch red*, pengujian termal, pengujian mekanik, komposisi kimia.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENUGASAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN LAPORAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Peneltian	5
1.6 Sistematika Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kompon.....	7
2.2 Polipropilena	7
2.3 Zat aditif.....	11
2.3.1 Pewarna.....	11
2.3.2 <i>Stabilizer</i>	13
2.3.3 <i>Plasticizer</i>	13
2.3.4 Bahan pengisi (<i>filler</i>)	14
2.4 Pengujian Komposisi Kimia.....	14
2.5 Pengujian Termal.....	17
2.6 Pengujian Mekanik	19
BAB III METODE PENELITIAN	21

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2	Alat dan Bahan	21
3.2.1	Alat	21
3.2.2	Bahan	21
3.3	Variabel.....	21
3.3.1	Variabel Tetap	21
3.3.2	Variabel Bebas	22
3.4	Prosedur Penelitian	22
3.5	Pembuatan Sampel Kompon Polipropilena	23
3.6	Pengujian Termal.....	28
3.7	Pengujian Mekanik	29
3.8	Pengujian Komposisi Kimia.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Hasil Pengujian <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	33
4.2	Hasil Pengujian <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC).....	40
4.3	Hasil Pengujian <i>Universal Testing Machine</i> (UTM).....	47
BAB V PENUTUP		52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		54
LAMPIRAN A		58
LAMPIRAN B.....		60
LAMPIRAN C.....		61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Molekul Polipropilena	8
Gambar 2.2	Rumus Struktur Isotaktik, Sindiotaktik, dan Ataktik.....	10
Gambar 2.3	Perbedaan Spektrum Absorbansi (A)&Persen Transmittan (%T)..	15
Gambar 2.4	Bentuk Umum Kurva Tegangan & Regangan Bahan Polimer.....	19
Gambar 3.1	Prosedur Penelitian	23
Gambar 3.2	Mesin <i>Compounder</i>	24
Gambar 3.3	<i>Manual Forming Machine</i>	26
Gambar 3.4	<i>Pneumatic Spesimen Punch</i>	27
Gambar 3.5	<i>Differential Scanning Calorimetry (DSC)</i>	28
Gambar 3.6	<i>Universal Testing Machine (UTM)</i>	29
Gambar 3.7	<i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	31
Gambar 4.1	Spektrum FTIR <i>Masterbatch Red 418 C</i>	33
Gambar 4.2	Spektrum Inframerah LLDPE	34
Gambar 4.3	Spektrum Inframerah Kalsium Karbonat	35
Gambar 4.4	Spektrum Inframerah PP/MB 0%	36
Gambar 4.5	Spektrum Inframerah Polipropilena.....	37
Gambar 4.6	Spektrum Inframerah PP/MB 2%	38
Gambar 4.7	Spektrum Inframerah PP/MB 4%	39
Gambar 4.8	Termogram DSC <i>Masterbatch Red 418 C</i>	41
Gambar 4.9	Termogram DSC PP/MB 0%	42
Gambar 4.10	Termogram DSC PP/MB 2%	43
Gambar 4.11	Termogram DSC PP/MB 4%	44
Gambar 4.12	Temperatur Leleh Kompon PP.....	45
Gambar 4.13	Temperatur Kristalisasi Kompon PP	45
Gambar 4.14	Entalpi Pelelehan Kompon PP.....	46
Gambar 4.15	Kekuatan Tarik Kompon Polipropilena	48
Gambar 4.16	Modulus Elastisitas Kompon Polipropilena	49
Gambar 4.17	Elongasi Kompon Polipropilena.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ikatan dan Absorpsi Inframerah	16
Tabel 3.1	Variasi Komposisi Resin Polipropilena dan <i>Masterbatch</i>	22
Tabel 4.1	Bilangan Gelombang PP, HDPE, LLDPE dan CaCO ₃	39
Tabel 4.2	Bilangan Gelombang Hasil Pengujian FTIR sampel.....	40
Tabel 4.3	<i>Netzsch Thermal Properties of Polymer</i>	41
Tabel 4.4	Hasil Pengujian DSC	44
Tabel 4.5	Sifat Mekanik Polipropilena dan PP/MB 0%	47
Tabel 4.6	Kekuatan Tarik dan Elongasi Kompon PP&MB	47
Tabel 4.7	Modulus Elastisitas Kompon PP&MB	49
Tabel 4.8	Elongasi Kompon PP&MB.....	50

DAFTAR SIMBOL

A	: Absorbansi
T	: Transmittan
T _c	: Temperatur kristalisasi (°C)
T _g	: Temperatur transisi gelas (°C)
T _m	: Temperatur leleh (°C)
σ	: Tegangan tarik (N/m ²)
ε	: Regangan
$\Delta\ell$: Pertambahan panjang
ΔH_m	: Perubahan entalpi pelelehan (J/g)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Polimer mulai diperkenalkan secara komersial pada tahun 1940. Polimer merupakan rangkaian molekul panjang yang tersusun dari pengulangan kesatuan molekul yang kecil dan sederhana. Molekul kecil dan sederhana penyusun polimer disebut dengan monomer. Polimer dikelompokkan menjadi dua, yaitu polimer alami dan polimer sintetis. Polimer alami atau dikenal dengan biopolimer dihasilkan atau diturunkan dari sumber daya alam yang dapat diperbarui, dapat diuraikan dan tidak menghasilkan racun. Polimer alami yang banyak tersebar di alam antara lain pati, karet, kitosan, selulosa, protein, dan lignin. Polimer sintesis antara lain polivinil klorida, polivinil alkohol, poliasam laktat, polimetil metakrilat, polietilena, dan polipropilena (Daully, 2014).

Umumnya polimer yang paling banyak digunakan di masyarakat merupakan jenis polimer polipropilena karena memiliki sifat mekanis yang baik, seperti massa jenis yang rendah, ketahanan panas, kelembapan, serta memiliki kestabilan dimensi yang baik (Gunawan et al., 2016).

Polipropilena dihasilkan dari reaksi polimerisasi monomer propilena yang berasal dari nafta dengan proses perengkahan minyak bumi. Propilena ini kemudian diolah dengan teknologi yang sangat tinggi sehingga menghasilkan jenis polimer yang baik dan bermutu (Arlofa & Hendro, 2017).

Polipropilena memiliki temperatur leleh yang cukup tinggi yaitu 190-200°C, sedangkan temperatur kristalisasinya antara 130-135°C (Mujiarto, 2005). Polipropilena dapat digunakan dalam berbagai aplikasi industri, diantaranya industri otomotif, industri kesehatan, industri tekstil, dan industri kemasan. Aplikasi polipropilena dalam industri otomotif adalah untuk bagian dalam mobil (*interior*) dan bagian dalam luar mobil (*exterior*), contohnya adalah *interior trim*, *door panels*, *bumper*, dan lain-lain (Maier, 1998).

Untuk memperbaiki maupun meningkatkan suatu sifat yang diinginkan dalam polimer termoplastik umumnya ditambah dengan zat-zat penambah yang biasa dikenal dengan zat aditif. Aditif merupakan komponen esensial yang ditambahkan pada polimer untuk memodifikasi karakteristik polimer, kekuatan polimer dan ketahanan polimer (Muharrami, 2013).

Penggunaan zat aditif dalam senyawa polimer telah meluas di kalangan industri plastik. Hal ini dilakukan untuk memperbaiki maupun memperoleh sifat fisik dan mekanik dari polimer yang diinginkan. Efek zat aditif pada polimer tergantung pada tingkat interaksi antara polimer dan zat aditif yang ditambahkan. Komposisi kimia, ukuran partikel dan energi permukaan adalah salah satu faktor yang mempengaruhi sifat fisik dan mekanik dari hasil akhir produk polimer (Silberman dkk, 1995).

Zat aditif digunakan untuk mengubah sifat, meningkatkan kemampuan pemrosesan atau menambahkan sifat baru pada material dengan cara menambahkan bahan tersebut pada bahan pokok polimer. Zat aditif dapat berbentuk padatan, cairan, dan gas. Umumnya zat aditif ditambahkan pada saat formulasi. Berdasarkan fungsinya, zat aditif polimer dapat dikelompokkan menjadi *plasticizer*, *stabilizer*, *flame retardant*, *filler*, pewarna, dan lain-lain (Carraher, 2003). Salah satu zat aditif yang umum digunakan adalah zat pewarna. Zat pewarna adalah senyawa organik berwarna yang berfungsi untuk memberi warna pada suatu objek dan dapat memperbaiki sifat tertentu dari bahan polimer. Zat pewarna yang digunakan untuk pewarna polipropilena, seperti yang digunakan juga pada polimer lain, adalah senyawa organik atau anorganik (Ahmed, 2006). Zat pewarna dapat diklasifikasikan menjadi pigmen dan *dye* yang bentuknya dapat berupa *powder*, maupun *masterbatch*. Pada penelitian ini, zat pewarna yang digunakan berbentuk *masterbatch*.

Ahmed, dkk pada tahun 2006 melakukan penelitian mengenai perbandingan zat warna *masterbatch*, *powder*, dan pigmen pada sifat mekanis filamen polipropilena. Bahan yang digunakan yaitu polipropilena serta *masterbatch* kuning, hitam, coklat dan biru dengan komposisi *masterbatch* berbentuk pigment sebesar 2% dan 4% serta *masterbatch* berbentuk *powder* sebesar 0,1% dan 0,5%. Hasilnya

bahwa semakin besar jumlah pigmen/perwarna baik pigmen masterbatch maupun *powder* yang digunakan, kekuatan mekaniknya (*tensile strength*) semakin berkurang. Akan tetapi *elongation at break filament* yang menggunakan *masterbatch* lebih tinggi dibanding yang menggunakan *powder*.

Silberman dkk, pada tahun 1995 melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan pigmen terhadap sifat kristalisasi pada polipropilena. Bahan yang digunakan yaitu polipropilena isotaktik dan pigmen organik kuning, merah dan hijau dengan komposisi sebesar 0,1%, 0,5%, serta 1,0%. Sifat kristalisasi dianalisis dengan menggunakan *Differential Scanning Calorimeter* (DSC) dengan suhu hingga 200°C selama 10 menit. Hasilnya penambahan pigmen pada polipropilena meningkatkan temperatur kristalisasi dan membentuk struktur amorf.

Maiti dan Mahapatro pada tahun 1991 melakukan penelitian mengenai sifat mekanik komposit penggabungan polipropilena dan kalsium karbonat dengan komposisi kandungan kalsium karbonat sebesar 1,89%, 3,90%, 8,37%, 16,45%, 26,78%, serta 35,42%. Penggabungan polipropilena dan kalsium karbonat dilakukan pengujian mekanik serta *Scanning Electron Microscopic* (SEM) untuk mengetahui karakterisasi struktur yang terdapat pada campuran tersebut. Pengujian mekanik ini menggunakan ASTM D638-82. Hasilnya penambahan kalsium karbonat pada polipropilena dapat meningkatkan modulus elastisitas sedangkan kekuatan tarik dan elongasi berkurang. Hal ini dikarenakan interaksi antara polimer dengan kalsium karbonat yang meningkat sehingga terjadi penurunan pergerakan molekul.

Pada penelitian ini resin polipropilena diproses menjadi kompon dengan menggunakan mesin *compounder* yang pada prosesnya ditambahkan *masterbatch red 418 C* sebagai penunjang proses pembuatan kompon tersebut. Selanjutnya akan dilakukan pengujian termal menggunakan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) dan pengujian mekanik menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) terhadap kompon hasil proses tersebut untuk mengetahui pengaruh aditif *masterbatch* terhadap karakteristik termal dan sifat mekaniknya.

Selain pengujian termal dan pengujian mekanik, pengujian komposisi kimia juga dilakukan. Pengujian komposisi kimia menggunakan *Fourier Transform*

Infrared (FTIR) untuk mengetahui komposisi kimia bahan baku serta produk yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan permasalahan untuk penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan *masterbatch red 418 C* terhadap karakteristik termal kompon polipropilena?
2. Bagaimana pengaruh penambahan *masterbatch red 418 C* terhadap karakteristik mekanik kompon polipropilena?
3. Bagaimana komposisi kimia kompon polipropilena dengan penambahan *masterbatch red 418 C*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah penelitian ini adalah:

1. Kompon polipropilena dibuat dengan menggunakan *Teach-Line Collin Compounder*.
2. *Masterbatch* yang digunakan adalah *Red 418 C* dengan variasi 0%, 2%, dan 4%.
3. Pengujian termal yang dilakukan menggunakan alat *Differential Scanning Calorimetry (DSC) Netzsch 214 Polyma*.
4. Pengujian mekanik yang dilakukan adalah pengujian kuat tarik, modulus elastisitas, dan elongasi menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM) Ibertest*.
5. Pengujian komposisi kimia material dilakukan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared (FTIR) Nicolet iS10* dengan mode *Attenuated Total Reflection (ATR)*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini yaitu:

1. mengetahui pengaruh penambahan *masterbatch red 418 C* terhadap karakteristik termal kompon polipropilena,
2. mengetahui pengaruh penambahan *masterbatch red 418 C* terhadap karakteristik mekanik kompon polipropilena,

3. mengetahui komposisi kimia kompon polipropilena dengan penambahan *masterbatch red 418 C*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. menambah pengetahuan dan pengalaman dalam penelitian, serta menambah wawasan dalam berpikir ilmiah,
2. memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan *masterbatch red 418 C* terhadap karakteristik termal, karakteristik mekanik, dan komposisi kimia kompon polipropilena.

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 diadakannya penelitian, rumusan masalah yang akan dibahas, batasan masalah dari penelitian yang akan dilakukan, tujuan dan manfaat dari dilakukannya penelitian, serta penjelasan mengenai sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Memuat dasar teori kompon, polimer polipropilena, zat aditif, bahan pengisi polimer, pewarna dan *masterbatch*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan selama penelitian, variabel penelitian, prosedur eksperimen meliputi metode eksperimen dan langkah-langkah eksperimen.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat data hasil pengujian, pengolahan ataupun analisis data yang dapat berbentuk tabel serta memuat pembahasan mengenai jawaban atas rumusan masalah pada BAB I yaitu interpretasi atau penafsiran terhadap hasil pengujian atau analisis data.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran, kesimpulan memuat pernyataan singkat dan tepat yang dijabarkan dari hasil penelitian dan pembahasan untuk membuktikan hipotesis atau menjawab permasalahan. Saran dibuat berdasarkan pengalaman dan pertimbangan penulis yang ditunjukkan kepada para peneliti dalam bidang sejenis yang ingin melanjutkan, mengembangkan atau menerapkan penelitian yang sudah dihasilkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kompon

Kompon plastik adalah barang setengah jadi yang dapat digunakan untuk membuat bermacam-macam barang. Kompon plastik dibuat dengan cara mencampur bahan baku plastik dengan bahan-bahan pembantu seperti *filler*, *plasticizer*, *stabilizer*, *accelerator*, *processing oil* serta zat warna yang bertujuan untuk memperoleh kompon plastik homogen yang mempunyai sifat-sifat sesuai dengan yang dibutuhkan. Kompon dapat dibuat dengan menggunakan mesin giling seperti *open mill*, *kneader* atau *banbury* yang apabila dipanaskan dengan temperatur dan waktu yang cukup akan berubah menjadi barang yang bersifat permanen dalam bentuk kompon (Supraptiningsih, 1997).

Pembuatan dan pembentukan kompon merupakan tahap awal dari produksi barang jadi. Pembuatan kompon dilakukan dengan cara pencampuran bahan mentah dengan bahan kimia sesuai dengan formulasi yang dibutuhkan di dalam mesin pencampur dan pembentukan dilakukan di dalam mesin pembentuk setelah terlebih dahulu dilunakkan. Mesin pembentuk kompon (*compounder*) mampu melunakkan kompon dengan cara menggesek dan memanaskannya di dalam silinder dan kemudian dibentuk dalam cetakan. Dalam proses pencampuran dan pembentukan kompon diperlukan gaya geser yang cukup besar untuk melunakkan bahan dan ditambah lagi dengan energi panas (Novitasari, 2016).

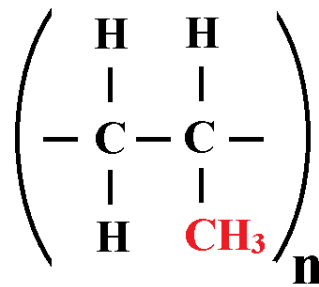
2.2 Polipropilena

Pada tahun 1955 Professor Natta menemukan bahwa dengan menggunakan katalis *Ziegler Natta*, polipropilena dapat dihasilkan dengan keteraturan tinggi dalam konfigurasi polimernya (Cowd, 2011).

Polipropilena termasuk jenis plastik olefin dan merupakan polimer dari propilena yang dikembangkan sejak tahun 1950 dengan berbagai nama dagang seperti *bexphane*, *dynafilm*, *luparen*, *eseon*, *olefane*, *profax* (Syarief et al, 1989). Polipropilena merupakan polimer hidrokarbon yang termasuk ke dalam polimer

termoplastik yang dapat diolah pada suhu tinggi. Polipropilena berasal dari monomer propilena yang diperoleh dari pemurnian minyak bumi (Sriyanto, 2016).

Polipropilena merupakan produk petrokimia hilir yang terbuat dari bahan baku propilena yang berasal dari kelompok olefin monomer polipropilena. Polimer ini diproduksi melalui proses penggabungan monomer-monomer yang disebut proses polimerisasi. Pada proses ini, panas, radiasi energi yang tinggi dan inisiator atau katalis ditambahkan untuk menggabungkan monomer. Sifat polipropilena bervariasi tergantung pada kondisi proses, komponen polimer (homopolimer atau kopolimer) berat molekul serta distribusi dari berat molekulnya. Struktur molekul polipropilena ditunjukkan pada gambar 2.1 (Maddah, 2016).



Gambar 2.1 Struktur Molekul Polipropilena

Sumber: Maddah, 2016

Polipropilena merupakan jenis bahan baku plastik ringan, densitas 0,90-0,92 g/cm³, kekerasan dan kerapuhannya tinggi serta memiliki sifat kurang stabil terhadap panas dikarenakan adanya hidrogen tersier. Untuk meningkatkan mutu kimia serta meningkatkan ketahanan terhadap pemecahan karena tekanan (*stress-cracking*) polipropilena, dapat digunakan bahan pengisi dan penguat. Kerapuhan polipropilena pada suhu di bawah 0°C juga dapat dihilangkan dengan penggunaan bahan pengisi. Penambahan bahan pengisi dan penguat akan menghasilkan adhesi yang baik pada polipropilena (Sriyanto, 2016).

Polipropilena memiliki konduktivitas panas rendah (konduktivitas = 0,12 W/m) sehingga kristalinitasnya sangat rentan terhadap laju pendinginan, contohnya dalam suatu proses pencetakan termoplastik dibentuk menjadi produk yang tebal dan luas, bagian tengah akan menjadi dingin lebih lambat daripada bagian luar yang

bersentuhan langsung dengan cetakan. Akibatnya akan terjadi perbedaan derajat kristalinitas pada permukaan dengan bagian tengahnya. Polipropilena memiliki kekuatan terhadap benturan (*impact strength*) yang tinggi dan tegangan (*tensile*) yang rendah. Polipropilena juga mempunyai sifat isolator yang baik dan tahan terhadap air karena sedikit menyerap air serta memiliki kekakuan yang tinggi. Seperti poliolefin lain, polipropilena juga mempunyai ketahanan yang sangat baik terhadap bahan kimia anorganik non pengoksidasi, deterjen, alcohol, dan sebagainya. Tetapi zat pengoksidasi seperti asam nitrat dan hidrogen peroksida dapat menyebabkan degradasi pada polipropilena. Sifat kristalinitasnya yang tinggi menyebabkan daya regangannya tinggi, kaku dan keras (Sriyanto, 2016).

Secara umum proses pembuatan polipropilena terbagi menjadi tiga macam, yaitu:

1. Homopolimer

Polipropilena homopolimer adalah jenis propilena yang paling banyak digunakan dalam industri. Polipropilena homopolimer hanya terdiri dari satu jenis monomer yaitu propilena yang umumnya isotaktik sehingga memberikan struktur kristalin pada polimer. Polipropilena homopolimer memiliki kekakuan yang tinggi pada temperatur kamar dan temperatur leleh yang tinggi, tetapi sifat transparansi dan kekuatan terhadap benturannya rendah. Polipropilena homopolimer umumnya memiliki kekuatan tarik 3200-5000psi, elongasi 3-700% dan temperatur leleh 160-166°C (Maddah, 2016).

2. Kopolimer Random

Kopolimer random diproduksi dengan menambahkan komonomer seperti etilena atau 1-butena pada rantai utama polipropilena saat proses polimerisasi. Komonomer bersubstitusi dengan propilena pada saat proses pertumbuhan rantai polimer. Substitusi terjadi secara acak, atau terdistribusi secara merata sepanjang rantai polimer, terkadang kopolimer random juga dapat membentuk kopolimer blok. Hal ini bergantung pada jenis katalis yang digunakan, kondisi proses polimerisasinya, serta kereaktifan komonomer terhadap propilena. Karena kristalinitasnya yang lebih rendah, kopolimer random memiliki temperatur leleh dan gravitasi spesifik yang lebih rendah dibandingkan dengan polipropilena homopolimer. Kopolimer random umumnya juga memiliki

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 (Maier, 1998).

2.3 Zat aditif

Zat aditif digunakan untuk mengubah sifat, meningkatkan kemampuan pemrosesan atau menambahkan sifat baru pada material dengan cara menambahkan bahan tersebut pada bahan pokok polimer. Zat aditif dapat berbentuk padatan, cairan, dan gas. Umumnya zat aditif ditambahkan pada saat formulasi. Berdasarkan fungsinya, zat aditif polimer dapat dikelompokkan menjadi *plasticizer*, *stabilizer*, *flame retardant*, *filler*, pewarna, dan lain-lain (Carraher, 2003).

2.3.1 Pewarna

Warna selalu digunakan pada hampir seluruh produk plastik karena dapat meningkatkan estetika penampilan produk tersebut. Warna produk dapat mempengaruhi persepsi konsumen mengenai seberapa baik penjualan produk tersebut, selain itu variasi warna mungkin diperlukan sesuai dengan permintaan konsumen. Pewarna (*colorant*) adalah senyawa yang digunakan untuk memberi warna pada suatu produk (Maier, 1998).

Bahan pewarna memiliki fungsi yaitu meningkatkan penampilan (estetika) dan memperbaiki sifat tertentu dari bahan plastik. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam memilih warna yang sesuai meliputi:

1. Hal-hal yang berkaitan dengan penampilan bahan plastik selama pembuatan produk warna, meliputi kompatibilitas (daya gabung), pengaruh sifat alir pada sistem, dan ketahanan terhadap panas serta bahan kimia.
2. Hal-hal yang berkaitan dengan produk akhir, yaitu meliputi ketahanan terhadap cuaca, bahan kimia, dan bahan pelarut (*solvent*) (Mujiarto, 2005).

Pewarna dapat diklasifikasikan dalam 2 jenis, yaitu :

1. *Dye*

Pewarna jenis ini larut dalam bahan plastik sehingga menjadi satu sistem dan tersebar secara merata setelah melalui proses pencampuran. *Dye* mempunyai

light fastness dan ketahanan panas yang cenderung kurang baik serta dapat mengalami migrasi (pergerakan ke permukaan) yang kemudian mengurangi daya tarik dan terkadang dapat meracuni kulit, penggunaan *dye* dalam plastik jumlahnya terbatas (Mujiarto, 2005).

2. Pigmen

Pewarna jenis ini tidak larut dalam bahan plastik tetapi hanya tersebar diantara rantai molekul bahan plastik tersebut. Pencampuran pewarna jenis ini dengan bahan plastik terkadang memerlukan teknologi dan peralatan khusus. Derajat dispersi pigmen dalam bahan plastik tergantung pada suhu, waktu pencampuran, dan alat pencampur serta ukuran partikel pigmen dan berat molekul bahan plastik (Mujiarto, 2005).

Pigmen dapat dikelompokkan menjadi 2 tipe, yaitu :

1. Pigmen anorganik

Pigmen anorganik mempunyai molekul yang lebih besar dan luas permukaannya lebih kecil. Contoh pigmen anorganik adalah titanium dioksida (TiO_2) yang memberi warna putih, besi oksida (FeO_2) memberi warna kuning, coklat, merah dan hitam, cadmium yang memberi warna kuning terang dan merah (Mujiarto, 2005).

2. Pigmen organik

Pigmen organik mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil, warna lebih kuat, dan dispersinya lebih mudah namun memiliki harga yang relatif mahal. Material organik biasanya digunakan untuk plastik transparan, terdispersi, ukuran partikel kecil, biasanya digunakan untuk *food packaging* (Mujiarto, 2005).

Salah satu zat warna yang umum digunakan adalah masterbatch. *Masterbatch* merupakan jenis pewarna plastik yang berbentuk padatan (*granule*), terdiri dari campuran yang sangat kompleks dari resin termoplastik (misalnya polietilena, polipropilena, polivinil klorida atau campuran polimer lainnya) dan pigmen (karbon hitam, titanium dioksida atau materi pigmen yang lainnya) dengan konsentrasi tinggi. *Masterbatch* banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, misalnya sebagai pewarna kemasan dan ekstrusi pipa (Groves, 1993).

Masterbatch adalah pewarna yang terdispersi dalam resin pembawa yang diformulasikan untuk digunakan pada jenis polimer tertentu, umumnya resin yang digunakan adalah jenis *low density polyethylene* (LDPE). *Masterbatch* dapat mengandung 10-80% zat warna, sesuai dengan kebutuhan aplikasinya. *Masterbatch* memiliki kelebihan dari zat warna lainnya yaitu, bebas debu, mudah bercampur dengan resin, dan mudah diukur penggunaannya. Selain itu perubahan warna menggunakan *masterbatch* relatif mudah (Maier, 1998).

Beberapa kekurangan dari *masterbatch* yaitu membutuhkan ruang penyimpanan lebih besar dibandingkan dengan *dry color* dan *liquid color*, selain itu umumnya *masterbatch* membutuhkan *lead time* yang lebih lama dibandingkan *dry color*. *Masterbatch* normalnya digunakan dengan konsentrasi 1-5%wt. Terminologi industri untuk *masterbatch* menyebutkan rasionya adalah 100-1 (1%), 50-1 (2%), 33-1 (3%), 25-1 (4%), dan 20-1 (5%). Produk yang tipis seperti lembaran plastik umumnya membutuhkan konsentrasi *masterbatch* yang lebih tinggi untuk meningkatkan *opacity*. *Masterbatch* sesuai untuk digunakan pada sebagian besar proses kecuali *rotational molding* dan sistem yang menggunakan resin cair seperti *plastisol* dan *silicone* (Kutz, 2011).

2.3.2 Stabilizer

Stabilizer atau bahan penstabil memiliki fungsi untuk menjaga produk plastik dari kerusakan, baik selama proses, dalam penyimpanan maupun saat diaplikasikan pada produk. Terdapat 3 jenis bahan penstabil yaitu: penstabil panas (*heat stabilizer*) penstabil terhadap sinar ultra violet (UV Stabilizer), dan antioksidan (Mujiarto, 2005).

2.3.3 Plasticizer

Plasticizer adalah senyawa aditif yang ditambahkan kepada polimer untuk menambah fleksibilitas dan *workability*-nya. Penggunaan *plasticizer* harus diminimalkan karena beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa *plasticizer* dapat meningkatkan permeabilitas uap air dan menurunkan sifat kohesi film yang mempengaruhi sifat mekanik film (Silvia, 2009).

2.3.4 Bahan pengisi (*filler*)

Berdasarkan *American Society for Testing and Materials standard* (ASTM) D-883 bahan pengisi (*filler*) adalah suatu material relatif *inert* yang ditambahkan pada plastik untuk meningkatkan kekuatan, sifat, kualitas, atau untuk mengurangi biaya produksi. Contoh bahan pengisi adalah *talc*, kalsium karbonat (CaCO_3), *carbon black* dan silika, namun yang umumnya digunakan adalah kalsium karbonat (CaCO_3) dan *talc* (Carraher, 2003).

2.4 Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung pada sampel. Spektroskopi FTIR merupakan teknik analitik yang sangat baik dalam proses identifikasi struktur molekul suatu senyawa. Komponen utama spektroskopi FTIR adalah interferometer yang mempunyai fungsi menguraikan (mendispersi) radiasi inframerah menjadi komponen-komponen frekuensi (Kusumastuti, 2011).

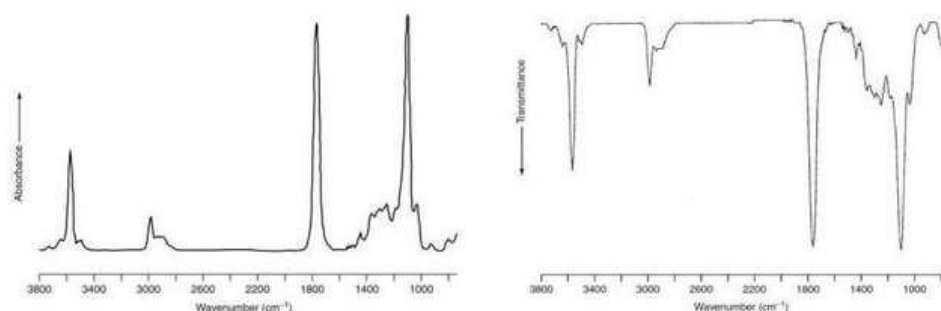
Mekanisme yang terjadi pada alat FTIR yaitu, mula-mula sinar yang datang dari sumber sinar akan diteruskan, lalu akan dipecah oleh pemecah sinar menjadi dua bagian sinar yang saling tegak lurus. Sinar ini kemudian dipantulkan oleh dua cermin yaitu cermin diam dan cermin bergerak. Sinar hasil pantulan kedua cermin akan dipantulkan kembali menuju pemecah sinar untuk saling berinteraksi. Dari pemecah sinar, sebagian sinar akan diarahkan menuju cuplikan dan sebagian menuju sumber. Gerakan cermin yang maju mundur akan menyebabkan sinar yang sampai pada detektor akan berfluktuasi. Sinar akan saling menguatkan ketika kedua cermin memiliki jarak yang sama terhadap detektor, dan akan saling melemahkan jika kedua cermin memiliki jarak yang berbeda. Fluktuasi sinar yang sampai pada detektor ini akan menghasilkan sinyal pada detektor yang disebut interferogram. Interferogram ini akan diubah menjadi spektra IR dengan bantuan komputer berdasarkan operasi matematika (Novitasari, 2016).

Dalam spektroskopi inframerah, frekuensi dinyatakan dalam bilangan gelombang (*wavenumbers*) yaitu banyaknya daur persentimeter. Satuan bilangan gelombang ialah sepersentimeter ($1/\text{cm}$ atau cm^{-1}). Satuan yang digunakan untuk panjang gelombang dalam spektroskopi inframerah ialah mikrometer, (μm atau

mikron, μ) dengan $1,0\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m} = 10^{-4}\text{cm}$. Bilangan gelombang dan panjang gelombang dapat diubah menjadi yang lain (Fessenden & Fessenden, 1986).

Sinyal yang dihasilkan dari detektor akan direkam sebagai spektrum inframerah yang berbentuk puncak-puncak absorpsi. Spektrum infra merah ini menunjukkan hubungan antara absorpsi dan bilangan gelombang. Sebagai absis adalah bilangan gelombang (cm^{-1}) dan ordinat adalah transmittan (%) atau absorbansi (A) (Setiabudi, 2012).

Bila suatu senyawa menyerap radiasi pada suatu panjang gelombang tertentu, intensitas radiasi yang diteruskan oleh contoh akan berkurang. Hal ini mengakibatkan suatu penurunan dalam %T dan nampak di dalam spektra itu sebagai suatu sumur, yang disebut puncak absorpsi atau pita absorpsi. Perbedaan spektra absorbansi dan persen transmittan dijelaskan pada gambar 2.3 (Fessenden & Fessenden, 1986).



Gambar 2.3 Perbedaan Spektra Absorbansi (A) dan Persen Transmittan (%T)

Sumber: Stuart, 2004

Panjang gelombang dari absorpsi oleh suatu ikatan tertentu, bergantung pada jenis getaran dari ikatan tersebut. Oleh karena itu, tipe ikatan (C-C, C-H, O-H dan sebagainya) yang mengabsorpsi radiasi inframerah pada panjang gelombang karakteristik yang berlainan. Suatu ikatan dalam sebuah molekul dapat menjalani berbagai macam getaran. Oleh karena itu, suatu ikatan tertentu dapat menyerap energi pada lebih dari satu panjang gelombang.

Ikatan tidak polar tidak mengabsorpsi radiasi inframerah karena tidak ada perubahan momen ikatan apabila atom-atom saling bergetar. Ikatan tidak polar relatif (ikatan C-C dan C-H dalam molekul organik) menyebabkan absorpsi yang lemah, sedangkan ikatan polar (seperti C=O) menunjukkan absorpsi yang kuat

(Fessenden & Fessenden, 1986).

Daerah dengan bilangan gelombang antara $1400\text{-}4000\text{cm}^{-1}$ ($2,5\mu\text{m}$ sampai kira-kira $7,1\mu\text{m}$), bagian kiri spektrum inframerah, merupakan bagian yang khusus digunakan untuk identifikasi gugus-gugus fungsional. Daerah ini menunjukkan absorpsi yang disebabkan oleh modus uluran. Daerah di kanan bilangan gelombang 1400 cm^{-1} seringkali sangat rumit karena banyaknya absorpsi modus uluran maupun modus tekukan di daerah ini. Di daerah ini juga umumnya korelasi antara suatu pita dan suatu gugus fungsional spesifik tak dapat ditarik dengan cermat, namun setiap senyawa organik mempunyai absorpsi yang unik di daerah ini. Oleh karena itu, bagian spektrum ini disebut sidik jari. Meskipun bagian kiri suatu spektrum terlihat sama untuk senyawa-senyawa yang mirip, daerah sidik haruslah cocok juga antara dua spektrum, agar dapat disimpulkan kedua spektrum sama. Tabel 2.1 memaparkan bilangan gelombang dari berbagai jenis senyawa untuk membedakan gugus fungsi pada absorpsi inframerah (Fessenden & Fessenden, 1986).

Tabel 2.1 Ikatan dan Absorpsi Inframerah

Jenis Ikatan	Golongan	Bilangan Gelombang (cm^{-1})
C-H	Alkana	3000-2850
	-CH ₃ -	1450 dan 1375
	-CH ₂ -	1465
	Alkena	3100-3000
	Aromatik	3150-3050
	Alkalin	3300
	Aldehid	2900-2700
C-C	Alkana	Tidak terinterpretatif
C=C	Alkena	1680-1600
	Aromatik	1600 dan 1475
C≡C	Alkuna	2250-2100
C=O	Aldehid	1740-1720
	Keton	1725-1705
	Asam Karboksilat	1725-1700

	Ester	1750-1730
	Amida	1680-1630
	Anhidrida	1810 dan 1760
	Asam Klorida	1800
C-O	Alkohol, Eter, Ester, Asam Karboksilat, Anhidrida	1300-1000
O-H	Alkohol, Fenol	3650-3600
	Asam Karboksilat	3400-2400
N-H	Amina Amida	3500-3100
	Amina Amida	1640-1550
C-N	Amina	1350-1000
C≡N	Nitril	2260-2240
X=C=Y	Alkena, Isosianat, Isotiosianat	2270-1940
N=O	Nitro (R-NO ₂)	1550 dan 1350
S-H	Merkaptan	2550
S=O	Sulfoksida	1050
	Sulfonat, Sulfonil Klorida, Sulfat, Sulfonamida	1375-1300 dan 1350-1140
C-X	Florida	1400-1000
	Klorida	785-540
	Bromida, Iodida	<667

Sumber: Pavia dkk., 2009

2.5 Pengujian Termal

Analisa termal merupakan teknik pengukuran perubahan sifat-sifat fisik dan kimia suatu material sebagai fungsi atau respon terhadap perubahan suhu. Analisa termal dilakukan untuk mempelajari sifat-sifat yang spesifik seperti entalpi, kapasitas panas, massa, temperatur leleh, temperatur kristalisasi serta temperatur transisi gelas. Teknik analisa termal yang utama dan populer terbagi menjadi dua, yaitu analisa termogravimetri/*Thermo Gravimetric Analysis* (TGA) dan analisa diferensial termal/*Differential Thermal Analysis* (DTA). Pada TGA, perubahan

berat sampel sebagai fungsi dari suhu maupun waktu direkam secara otomatis. Sedangkan pada DTA diukur perbedaan Suhu (ΔT) antara suhu sampel dengan suhu material referensi yang inert. Teknik yang berhubungan dengan DTA adalah *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) (Setiabudi, 2012).

Perubahan entalpi suatu material dapat diukur dengan menggunakan alat *differential scanning calorimetry* (DSC). DSC merupakan teknik yang digunakan untuk menganalisis dan mengukur perbedaan kalor yang mengalir pada sampel dan referensi sebagai pembandingnya. DSC dapat digunakan untuk mempelajari perubahan yang terjadi pada bahan pada saat dipanaskan. DSC dapat menentukan entalpi, kapasitas panas (*heat capacity*), perubahan temperatur dari keadaan kaku ke keadaan elastis (*glass transition*, T_g), suhu pembentukan kristal (T_c), suhu perubahan dari padat menjadi cair (*melting point*, T_m), dan derajat pengkristalan (*crystallinity*).

Kurva yang dihasilkan dari pengujian DSC akan menunjukkan grafik keseluruhan proses, pada tahap pertama saat polimer dipanaskan melewati suhu transisi gelasnya (T_g), kemudian puncak tertinggi ketika polimer mencapai suhu kristalisasi (T_c) dan akhirnya membentuk lembah saat polimer mencapai suhu lelehnya (T_m). Puncak kristalisasi dan puncak leleh hanya akan muncul pada polimer yang dapat membentuk kristal dan mengalami pelelehan. Polimer amorf sempurna tidak akan menunjukkan adanya kristalisasi ataupun pelelehan, namun pada polimer semikristalin akan menunjukkan keseluruhan grafik dari transisi gelasnya (T_g), suhu kristalisasi (T_c) dan suhu lelehnya (T_m) dengan sedikit kemiringan dan tidak memiliki puncak yang tajam. Hal tersebut karena tidak ada panas laten yang dilepaskan ataupun diserap oleh polimer selama transisi gelas, kristalisasi dan pelelehan (Kodre et al., 2014).

Penelitian terdahulu mengenai efek nukleasi pigmen pada proses kristalisasi menemukan bahwa pigmen tertentu dapat berfungsi sebagai *nucleator* pada polipropilena kemudian mempengaruhi proses kristalisasi, struktur, dan bentuk kristalnya. Pengaruh pigmen dalam proses kristalisasi pada filamen polipropilena dipelajari oleh Lin dan Shou, mereka menemukan bahwa pengaruh nukleasi berbagai pigmen dimanifestasikan dengan meningkatnya temperatur kristalisasi

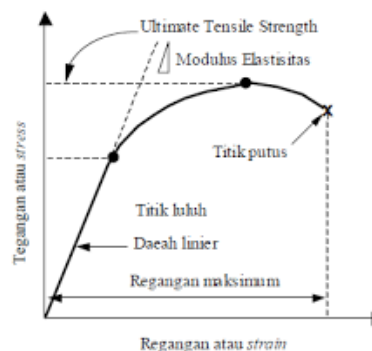
(Silberman, 1995).

2.6 Pengujian Mekanik

Secara umum karakteristik mekanik plastik terdiri dari kuat tarik (*tensile strength*), persen pemanjangan (*elongation to break*), dan elastisitas (*elastic modulus*). Parameter-parameter tersebut dapat menjelaskan bagaimana karakteristik mekanik dari bahan polimer yang berkaitan dengan struktur kimianya (Akbar et al., 2013).

Kuat tarik merupakan ukuran besarnya beban atau gaya yang dapat ditahan sebelum suatu sampel rusak atau putus. Kekuatan tarik diukur dengan menarik polimer pada dimensi yang seragam. Untuk mengetahui kekuatan tarik suatu bahan maka perlu dilakukan pengujian tarik (*tensile strength*). Dengan melakukan uji tarik dapat mengetahui kekuatan tarik saat putus dan perpanjangan saat putus dari bahan. Apabila suatu bahan ditarik sampai putus, maka akan diperoleh kurva. Kurva tersebut menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang (Sinaga, 2015).

Berdasarkan pengujian kekuatan tarik akan diperoleh kurva tegangan (*stress*) terhadap regangan (*strain*). Gambaran umum kurva tegangan-regangan ditunjukkan Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Bentuk Umum Kurva Tegangan & Regangan Bahan Polimer

Sumber: Ginting, 2016.

Berdasarkan pengujian kekuatan tarik, didapat modulus elastisitas dan *Elongation at Break*. Modulus elastisitas adalah ketahanan suatu material terhadap deformasi elastik. Semakin besar modulusnya maka akan semakin kecil regangan elastik yang dihasilkan akibat pemberian tegangan tersebut. Sifat mekanik suatu

bahan juga dapat diamati berdasarkan perpanjangan atau regangannya yang diartikan sebagai pertambahan panjang spesimen akibat gaya yang diberikan (Ginting, 2016).

Besaran regangan dapat digunakan untuk mengamati sifat plastis dari suatu bahan polimer. *Elongation at Break* merupakan pertambahan panjang suatu spesimen uji setelah diberikan beban penarikan sampai sesaat sebelum spesimen uji tersebut mengalami perpatahan (Ginting, 2016).

Pengujian tarik merupakan pengujian mekanik secara statis yang dilakukan dengan cara menarik sampel yang diberikan pembebanan pada kedua ujungnya, gaya tarik yang diberikan adalah sebesar P (Newton). Pada saat pengujian, bahan uji ditarik sampai putus dengan tujuan mengetahui sifat-sifat mekanik tarik (kekuatan tarik) dari bahan yang diuji. Pertambahan panjang (Δl) yang terjadi akibat gaya tarik yang diberikan pada sampel uji disebut deformasi. Sedangkan regangan merupakan perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang mula-mula (Ginting, 2016).

Perpanjangan tarik (elongasi) adalah perubahan panjang sampel yang dihasilkan oleh ukuran tertentu panjang spesimen akibat gaya yang diberikan. Elongasi merupakan salah satu jenis deformasi. Deformasi merupakan perubahan ukuran yang terjadi saat material diberi gaya (Hieronimus, 2010).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan data penelitian dilaksanakan di laboratorium Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta, Cempaka Putih, Jakarta Pusat, pada Januari 2018 s.d Mei 2018.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan, yaitu:

- a. Alat yang digunakan untuk analisis, terdiri dari:
 1. *Differential Scanning Calorimetry (DSC) Netzsch 214 Polyma.*
 2. *Universal Testing Machine (UTM) Ibertest.*
 3. *Fourier Transform Infrared (FTIR) Nicolet iS10.*
- b. Alat yang digunakan untuk proses, terdiri dari:
 1. *Teach-Line Collin Compounder.*
 2. *Manual Forming Machine Comotech QC-601A.*
 3. *Pneumatic Spesimen Punch Marto QC-603A.*

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan adalah:

1. Resin Polipropilena diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical.
2. *Masterbatch Red 418 C* diperoleh dari PT. Halim Sakti Pratama.

3.3 Variabel

3.3.1 Variabel Tetap

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

- a. Suhu operasi : 190°C untuk mesin *Compounder*,
190°C untuk mesin *Manual Forming*.
- b. Tekanan operasi : 200 kg_f/cm² untuk mesin *Manual Forming*,

$70 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ untuk mesin *Pneumatic Specimen Punch*.

c. Total massa komponen : 200g.

3.3.2 Variabel Bebas

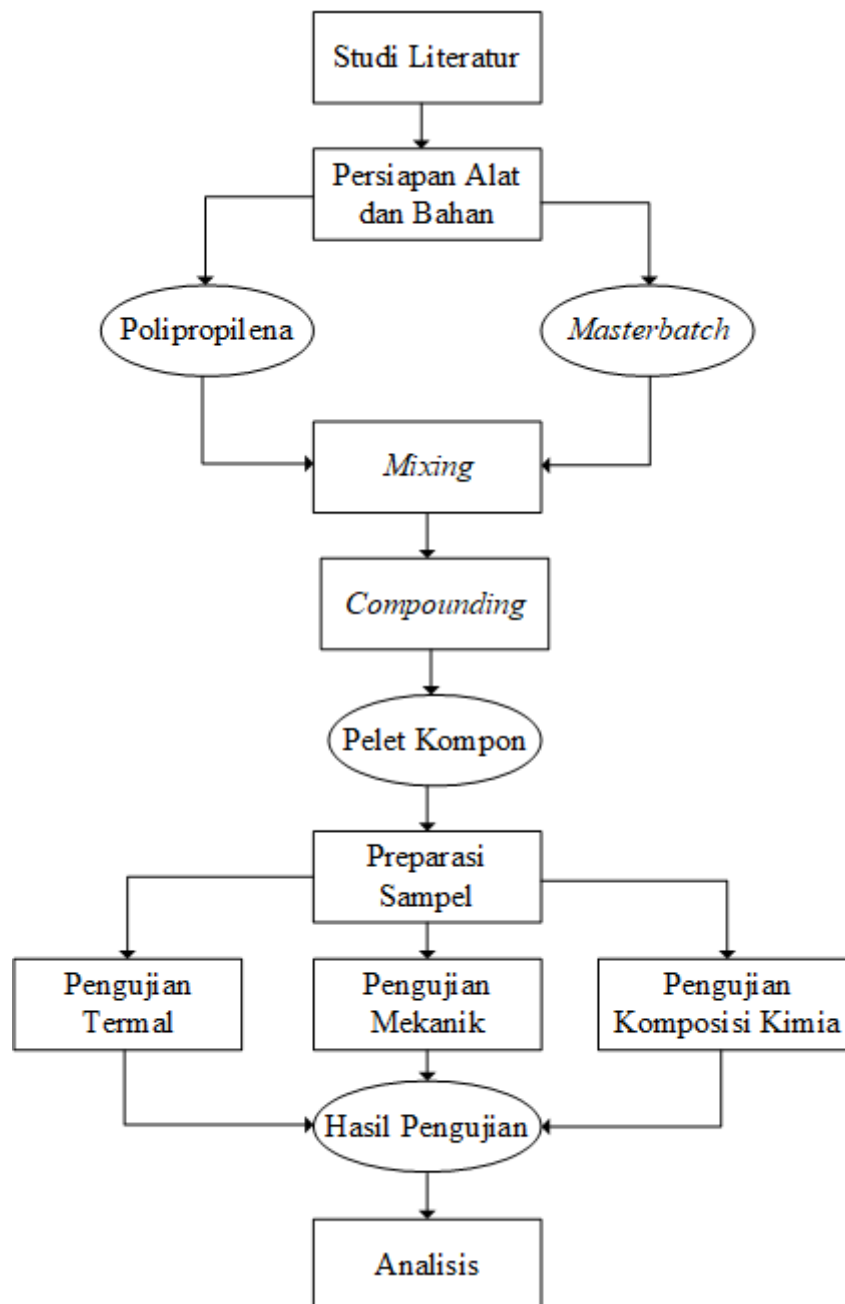
Variabel bebas merupakan variabel yang divariasikan pada tiap penelitian agar didapat hasil yang diinginkan. Variabel bebas memiliki fungsi utama sebagai acuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap variabel lain. Pada penelitian ini variabel bebas yang ditetapkan adalah jumlah massa (%wt) dari komponen resin polipropilena, serta *masterbatch*. Tabel 3.1 memperlihatkan variasi komposisi komponen resin polipropilena dan *masterbatch*.

Tabel 3.1 Variasi Komposisi Resin Polipropilena dan *Masterbatch*

Variasi	KOMPONEN (%wt)				TOTAL	
	Resin Polipropilena		<i>Masterbatch</i> merah			
1 (PP/MB 0%)	100%	200g	0%	0g	100%	200g
2 (PP/MB 2%)	98%	196g	2%	4g	100%	200g
3 (PP/MB 4%)	96%	192g	4%	8g	100%	200g
TOTAL		588g		12g		600g

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan tahapan yang dilakukan selama penelitian dimulai dari studi literatur, persiapan alat dan bahan, pembuatan sampel kompon polipropilena, pengujian mekanik, pengujian termal, pengujian komposisi kimia, sampai dengan analisis data, dan mendapatkan hasil yang diharapkan. Prosedur penelitian ini dijelaskan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

3.5 Pembuatan Sampel Kompon Polipropilena

Pembuatan sampel kompon polipropilena dilakukan dengan menggunakan mesin *compounder*. Bahan baku resin polipropilena dan *masterbatch* dimasukkan melalui *feed hopper extruder* kemudian diekstrusi menggunakan *extruder* dan dibentuk menjadi pellet dengan *pelletizer*, kemudian pellet yang dihasilkan dibentuk menjadi pelat kompon menggunakan *manual forming machine* dan

dicetak menjadi sampel untuk uji tarik dengan menggunakan mesin *pneumatic specimen punch*.

a. *Teach-Line Collin Compounder*

Compounder merupakan alat yang terdiri dari ekstruder, *waterbath* serta *pelletizer* yang berfungsi untuk membuat kompon plastik berbentuk *pellet*.



Gambar 3.2 Mesin *Compounder*

Mesin *Compounder* ditunjukkan pada gambar 3.2. Prosedur penggunaannya sebagai berikut:

- Sambungkan kabel ke sumber listrik dan putar *power* pada bagian samping ekstruder untuk menyalakan ekstruder.
- Tarik tombol *emergency stop* pada ekstruder dan *pelletizer* ke atas untuk mengaktifkan ekstruder.
- Tunggu temperatur zona 1-5 pada ekstruder hingga mencapai 90°C.
- Pada *control panel*, blok temperatur zona 2-5 dan naikkan temperatur target dengan memutar tombol pengaturan ke kanan secara perlahan. Naikkan temperatur target dari 90°C menjadi 190°C secara bertahap.
- Tunggu hingga temperatur *actual* setiap zona mencapai temperatur target.
- Atur kecepatan ekstruder dengan menekan tombol bergambar ekstruder dalam lingkaran pada *control panel* kemudian putar tombol pengaturan ke kanan secara perlahan untuk menaikkan kecepatan ekstruder. Atur kecepatan awal 5rpm lalu naikkan perlahan hingga 50rpm. Untuk mengaktifkan kecepatan ekstruder yang sudah diatur,

tekan tekan tombol bergambar ekstruder hingga lampu indikator tombol menyala.

- Atur kecepatan *hopper* dengan menekan tombol menu pada *control panel*, kemudian tekan tombol bergambar *hopper/zona 1* dan putar tombol pengaturan ke kanan secara perlahan untuk menaikkan kecepatan *hopper*. Atur kecepatan *hopper* pada 4%. Untuk mengaktifkan kecepatan *hopper* yang sudah diatur, tekan tekan tombol bergambar *hopper* hingga lampu indikator tombol menyala
- Sebelum memulai proses, pastikan *waterbath* sudah terisi dengan air untuk pendinginan, kemudian atur kecepatan dan pastikan *pelletizer* dapat berfungsi dengan baik. Letakkan wadah penampung *pellet* pada bawah *pelletizer*.
- Masukkan bahan baku yang sudah ditimbang dengan berbagai variasi sesuai pada tabel 3.1 ke dalam *feed hopper*.
- Naikkan kecepatan ekstruder dari 50rpm menjadi 100rpm secara perlahan.
- Tunggu sampai ekstrudat keluar melalui *die*.
- Tarik ekstrudat yang keluar melalui *die* melewati *waterbath* dan masukkan ekstrudat ke dalam *pelletizer*. Apabila ekstrudat bergelombang atau tergulung, gunting dan buang bagian ekstrudat tersebut agar tidak tersangkut di *pelletizer*.
- Tunggu hingga seluruh bahan baku pada *feed hopper* habis dan ekstrudat berhenti keluar melalui *die*.
- Sebelum mematikan ekstruder, temperatur zona 1-5, kecepatan ekstruder, dan *feed hopper* harus dikembalikan pada kondisi awal.
- Kosongkan air pada *waterbath* dengan membuka tuas pembuangan air.
- Setelah temperatur zona 1-5, kecepatan ekstruder, dan *feed hopper* kembali pada kondisi awal, tekan tombol *emergency stop* pada ekstruder dan *pelletizer*, kemudian putar *power* untuk mematikan ekstruder dan cabut kabel dari sumber listrik.

b. *Manual Forming Machine Cometech QC-601A*

Manual Forming Machine merupakan alat yang digunakan untuk mencetak *pellet* menjadi pelat plastik, *Manual Forming Machine* ditunjukkan pada gambar 3.3 dan prosedur penggunaannya sebagai berikut:



Gambar 3.3 *Manual Forming Machine*

- Sambungkan kabel ke sumber listrik dan nyalakan mesin dengan menekan tombol *power*.
- Atur temperatur atas dan bawah pada panel pengaturan temperatur, lalu tekan tombol *heat on* untuk memanaskan mesin.
- Atur *timer* (waktu proses) pada panel pengaturan waktu.
- Timbang bahan baku lalu tuang di tengah pelat cetakan.
- Saat temperatur atas dan bawah sudah mencapai temperatur target, masukkan pelat cetakan di antara dinding atas dan dinding bawah mesin.
- Naikkan tekanan secara perlahan dengan menuas pompa tekanan hingga pelat cetakan bersentuhan dengan dinding atas dan dinding bawah mesin.
- Nyalakan *timer* dengan menekan tombol *timer*.
- Naikkan tekanan secara bertahap hingga mencapai tekanan target.

- Apabila proses pencetakan sudah selesai, mesin akan berbunyi. Untuk pendinginan, matikan tombol temperatur dan buka keran air pendingin serta tekan tombol *water*.
- Apabila temperatur sudah mencapai sekitar 60°C, turunkan tekanan dengan memutar kenop pada pompa lalu keluarkan pelat cetakan.
- Keluarkan pelat plastik dari pelat cetakan.

c. *Pneumatic Specimen Punch Marto QC-603A*

Pneumatic Specimen Punch merupakan alat yang digunakan untuk mencetak pelat plastik menjadi spesimen uji yang akan digunakan untuk uji tarik dengan mesin *Universal Testing Machine (UTM)*.



Gambar 3.4 *Pneumatic Spesimen Punch*

Mesin *Pneumatic Spesimen Punch* ditunjukkan pada gambar 3.4. Prosedur penggunaannya sebagai berikut:

- Nyalakan kompresor sebagai sumber tekanan pada mesin. Buka saluran udara bertekanan ke mesin *Pneumatic Spesimen Punch*.
- Setelah mesin terhubung dengan kompresor, sesuaikan tekanan mesin dengan cara menarik lalu memutar tombol pada indikator kompresor udara hingga mencapai tekanan yang dibutuhkan kemudian tekan kembali tombol untuk mempertahankan tekanan.
- Sesuaikan pemotong pada bagian pelat plastik yang ingin dicetak menjadi spesimen lalu letakkan di atas alas cetakan.

- Untuk mencetak spesimen, tekan kedua saklar merah di sisi kiri dan kanan mesin oleh kedua tangan pada saat bersamaan, serta injak pedal dengan kaki untuk meningkatkan tekanan oli hingga pelat plastik berhasil dicetak.
- Lepaskan injakan pedal dan saklar kemudian lepaskan spesimen dari pemotong secara hati-hati agar tidak merusak spesimen.

3.6 Pengujian Termal

Pengujian termal dari sampel yang dihasilkan dilakukan menggunakan mesin *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) Netzsch 214 *Polyma* yang terdapat pada laboratorium instrumentasi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta dengan prosedur sebagai berikut:



Gambar 3.5 *Differential Scanning Calorimetry* (DSC)

Mesin *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) ditunjukkan pada gambar

3.5. Prosedur penggunaannya sebagai berikut:

- Hubungkan kabel instrumen dengan sumber listrik.
- Nyalakan komputer dan pastikan saluran gas nitrogen terhubung dengan benar.
- Nyalakan tombol power on pada alat DSC, buka saluran nitrogen dan biarkan alat melakukan pemanasan selama 30 detik.
- Jalankan program *software expert mode* pada layar utama komputer.
- Pada layar pilih standart mode dan isikan Sample Info.
- Masukkan sampel yang telah berbentuk lembaran tipis dan potong sampel sesuai ukuran pada wadah sampel aluminium (4-5mg).

- Masukkan wadah sampel aluminium ke dalam alat DSC dengan menggunakan pinset, masukan wadah aluminium kosong sebagai referen.
- Atur parameter pengujian yaitu laju pemanasan pertama dan kedua serta laju pendinginan pada komputer.
- Klik tombol start untuk menjalankan sesuai parameter tersebut,.
- Tunggu hingga proses pengujian selesai, biarkan instrumen melakukan pendinginan secara otomatis.
- Lakukan pencetakan data hasil pengujian yang diperoleh.

3.7 Pengujian Mekanik

Pengujian mekanik dari sampel yang dihasilkan dilakukan menggunakan mesin *Universal Testing Machine (UTM) Ibertest* yang terdapat pada laboratorium polimer Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta dan ditunjukkan pada gambar 3.6. Pengujian mekanik ini menggunakan ASTM D638-02a dan spesimen tipe IV, adapun prosedur penggunaannya sebagai berikut :



Gambar 3.6 *Universal Testing Machine (UTM)*

- Hidupkan terlebih dahulu timbangan digital dengan menmasangkan kabel sambungan listrik ke dalam stop kontak.
- Timbang massa dari masing – masing spesimen menggunakan timbangan digital.

- Ukur lebar badan dan tebal dari masing-masing spesimen menggunakan jangka sorong.
- Catat massa, lebar badan dan ketebalan masing-masing spesimen spesimen.
- Nyalakan pompa kompresor pada tekanan 5 bar.
- Hidupkan mesin *Universal Testing Machine* dengan menekan tombol “on”.
- Kemudian hidupkan komputer dengan menekan tombol *power* pada komputer dan klik *software win test32*.
- Klik parameter dari masing – masing spesimen.
- Ukur jarak antar grip (sebelum proses pemutusan spesimen) menggunakan jangka sorong.
- Buka grip penjepit bagian atas dan bagian bawah pada alat UTM.
- Letakkan spesimen di bagian penjepit. Lalu luruskan hingga spesimen berada di tengah – tengah (pastikan posisi penjepit sama dan tidak bergoyang).
- Kemudian jepit bagian kepala atas dan bawah spesimen. (Posisikan spesimen dalam keadaan lurus dan seimbang).
- Tekan *absolute zero*, klik ok, kemudian klik tanda I.
- Masukkan data parameter spesimen yang meliputi: nama, ketebalan, lebar, dan panjang spesimen.
- Untuk *machine movement* di atur ke angka nol. Lalu klik uji tarik yang tertera pada layar monitor. Tunggu hingga spesimen terputus.
- Ukur kembali jarak antar grip. Saat setelah proses pemutusan menggunakan jangka sorong.
- Catat data sifat mekanik yang meliputi: *elongation*, *tensile strength*, dan *modulus of elasticity*.
- Tunggu hingga kurva tegangan regangan spesimen muncul. Kemudian simpa kurva tersebut sebagai lampiran data pengamatan.
- Ambil spesimen yang telah selesai di uji.

- Lakukan dengan langkah – langkah yang sama untuk spesimen selanjutnya yang belum di uji pada mesin UTM.
- Jika sudah teruji semua spesimen, maka matikan mesin dengan cara shut down pada layar monitor dan tekan tombol “off” pada mesin UTM.
- Turunkan tekanan kompresor. Lalu cabut kabel UTM pada stop kontak.

3.8 Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan untuk mengetahui komposisi organik serta anorganik dari bahan baku *masterbatch* yang dilakukan menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) Nicolet iS10 yang terdapat pada laboratorium instrumentasi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta dengan prosedur sebagai berikut :



Gambar 3.7 *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

- 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

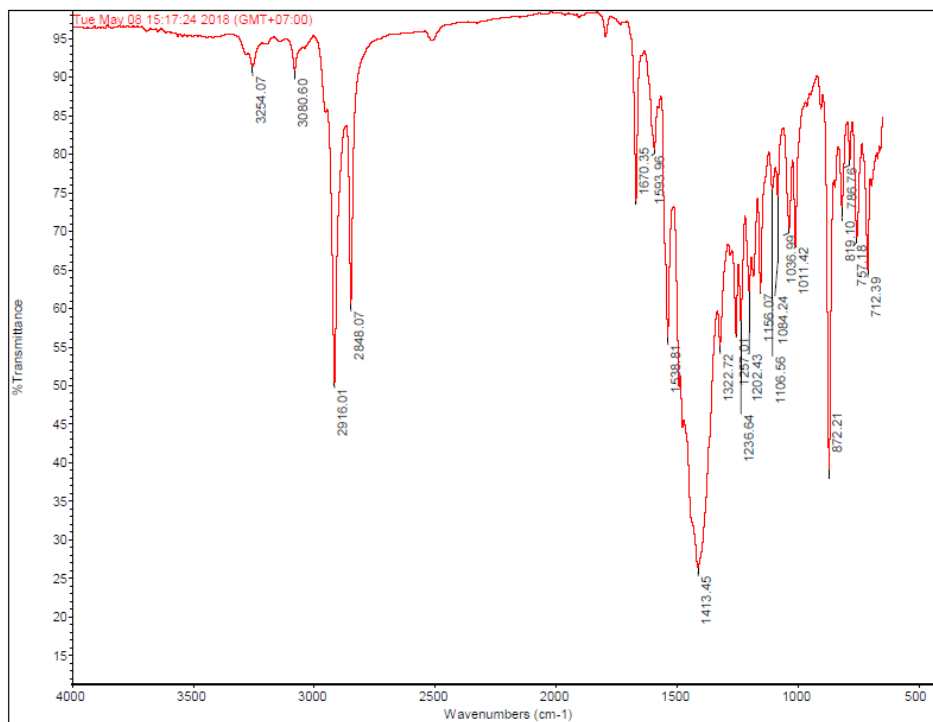
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Pengujian FTIR dilakukan dengan analisis kualitatif. Analisis kualitatif FTIR dilakukan untuk mengetahui senyawa organik yang terkandung dalam sampel berdasarkan gugus fungsi dan sidik jari yang terbentuk dari absorpsi sinar inframerah pada sampel.

1. Hasil Pengujian *Masterbatch Red 418 C*

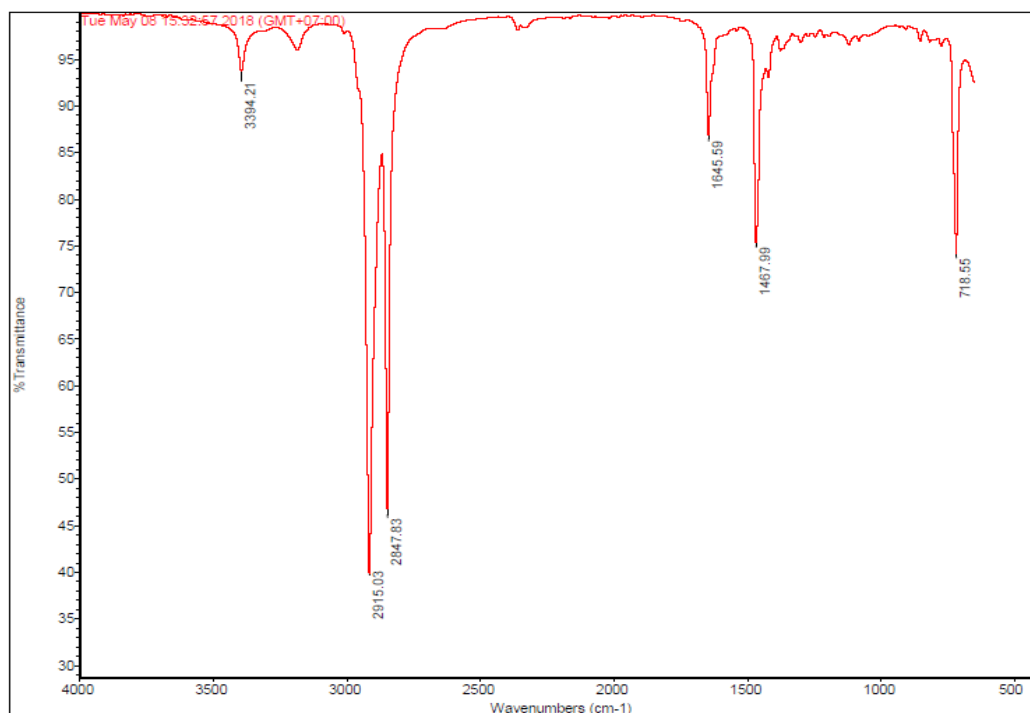
Dari uji spektroskopi FTIR terhadap *Masterbatch Red 418 C* didapatkan spektrum absorpsi inframerah yang tampak pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Spektrum Inframerah *Masterbatch Red 418 C*

Berdasarkan gambar 4.1 dan hasil interpretasi FTIR, diketahui terdapat gugus hidrokarbon (C-H) alkana pada bilangan gelombang 2916,01 cm⁻¹ dan 2848,07 cm⁻¹ serta bilangan gelombang yang berkisar di 1450 cm⁻¹ pada daerah sidik jari yang merupakan *aliphatic hydrocarbons*. Bilangan gelombang 1538,51

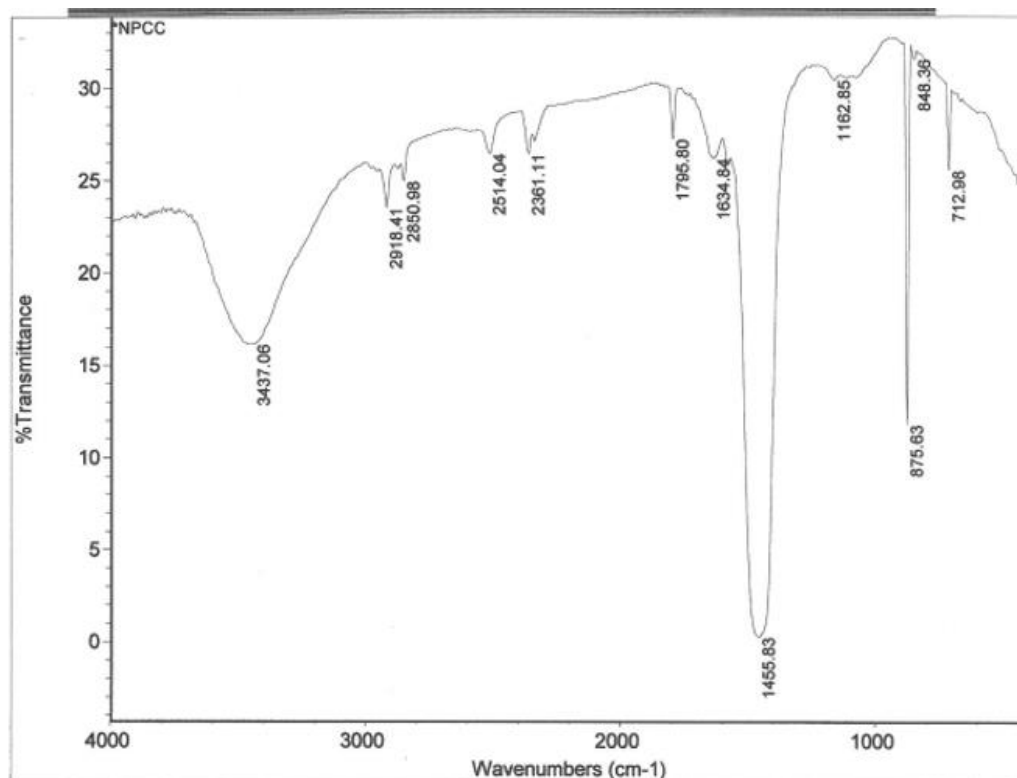
cm^{-1} yang menunjukkan adanya *aliphatic carboxylic acid salts* dan bilangan gelombang $1413,45 \text{ cm}^{-1}$, $872,21 \text{ cm}^{-1}$, dan $712,39 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya *inorganic carbonate*.



Gambar 4.2 Spektrum Inframerah LLDPE

Berdasarkan literatur *Polypropylene: The Definitive User's Guide and Databook* (Maier, 1998) disebutkan bahwa umumnya resin *carrier* yang digunakan pada masterbatch adalah *linear low density polyethylene* (LLDPE) sehingga dilakukan perbandingan antara spektrum inframerah *masterbatch red 418 C* dengan spektrum inframerah *linear low density polyethylene* (LLDPE) yang ditunjukkan pada gambar 4.2, kemudian diketahui bahwa bilangan gelombang pada spektrum inframerah *masterbatch red 418 C* mendekati bilangan gelombang pada spektrum inframerah LLDPE sehingga disimpulkan bahwa *aliphatic hydrocarbons* yang terkandung pada *masterbatch red 418 C* merupakan LLDPE.

Setelah dilakukan pencocokan antara hasil pengujian FTIR *masterbatch red 418 C* dengan *database* FTIR, diketahui bahwa hasil pengujian tersebut memiliki kemiripan dengan kalsium karbonat, sehingga dilakukan perbandingan antara spektrum inframerah *masterbatch red 418 C* dengan spektrum inframerah kalsium karbonat yang ditunjukkan pada gambar 4.3.



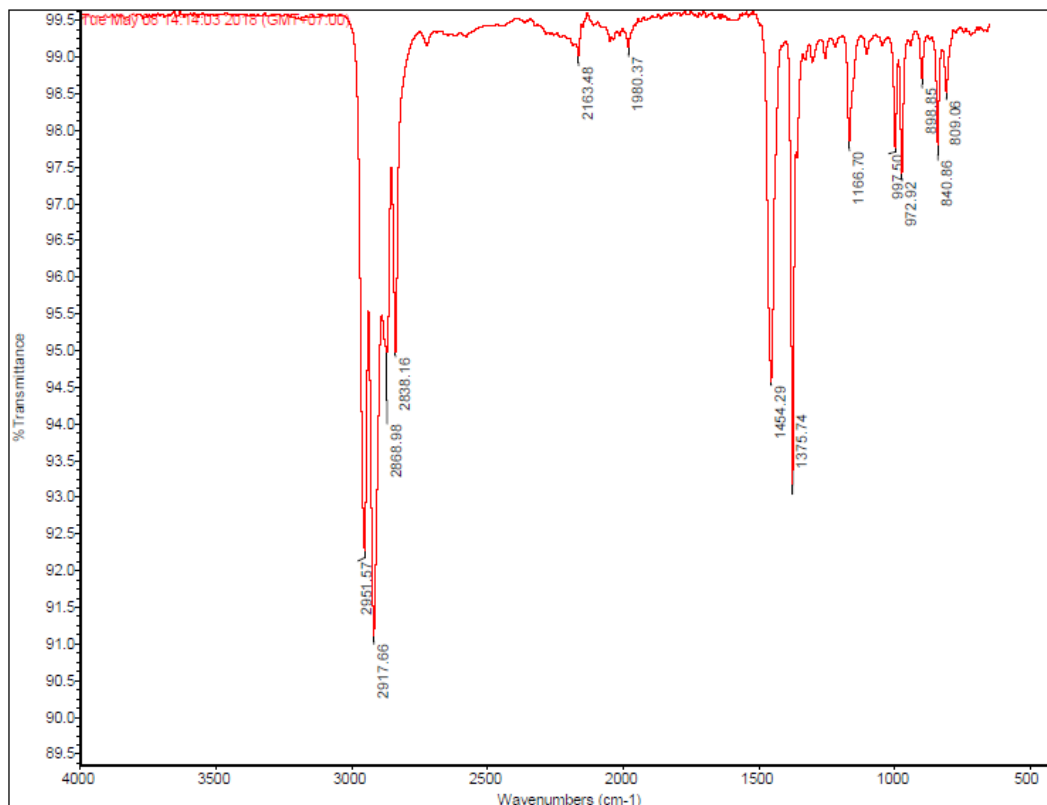
Gambar 4.3 Spektrum Inframerah Kalsium Karbonat

Sumber: Yuniari & Kasmujiastuti (2012).

Berdasarkan perbandingan, diketahui bahwa bilangan gelombang spektrum inframerah *masterbatch red 418 C* mendekati bilangan gelombang spektrum inframerah kalsium karbonat, sehingga disimpulkan bahwa *inorganic carbonate* yang terkandung pada *masterbatch red 418 C* adalah kalsium karbonat. Kemiripan bilangan gelombang *masterbatch red 418 C* dengan LLDPE dan kalsium karbonat dirangkum pada tabel 4.2. Akan tetapi, senyawa yang berfungsi sebagai zat warna tidak terdeteksi pada hasil pengujian FTIR pada *masterbatch red 418 C*, kemungkinan hal ini disebabkan karena zat warna yang terkandung merupakan senyawa anorganik.

2. Hasil Pengujian PP/MB 0%

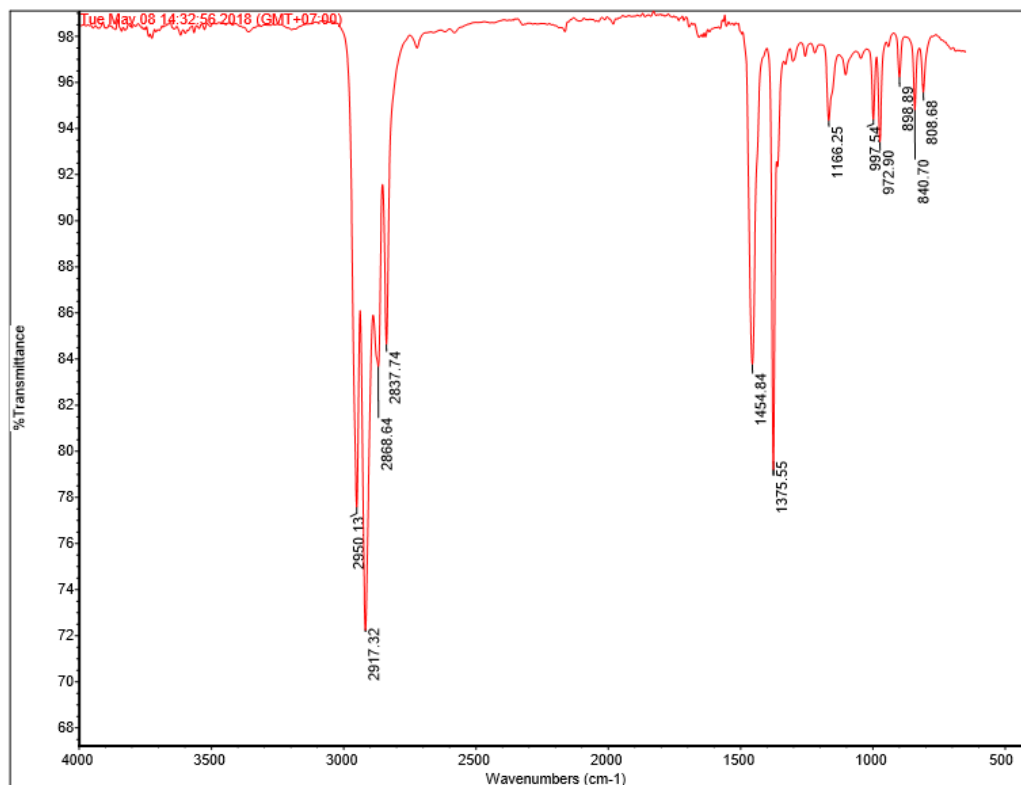
Dari uji spektroskopi FTIR terhadap PP/MB 0% didapatkan spektrum absorpsi inframerah yang tampak pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Spektrum Inframerah PP/MB 0%

Gambar 4.4 spektrum inframerah PP/MB 0% menunjukkan adanya gugus hidrokarbon (C-H) pada bilangan gelombang $2950,13 \text{ cm}^{-1}$, $2917,32 \text{ cm}^{-1}$, $2868,64 \text{ cm}^{-1}$. Sedangkan pada daerah sidik jari terdapat serapan bilangan gelombang $1454,84 \text{ cm}^{-1}$, $1375,55 \text{ cm}^{-1}$, $972,92 \text{ cm}^{-1}$, dan $808,68 \text{ cm}^{-1}$.

Berdasarkan perbandingan spektrum inframerah PP/MB 0% dengan spektrum inframerah polipropilena murni yang ditunjukkan pada gambar 4.5 diketahui bahwa terdapat kesamaan bilangan gelombang pada kedua spektrum inframerah tersebut sehingga memperkuat bukti bahwa sampel PP/MB 0% merupakan polipropilena murni. Tabel kemiripan bilangan gelombang spektrum inframerah PP/MB 0% dengan spektrum inframerah polipropilena dirangkum dalam tabel 4.2.

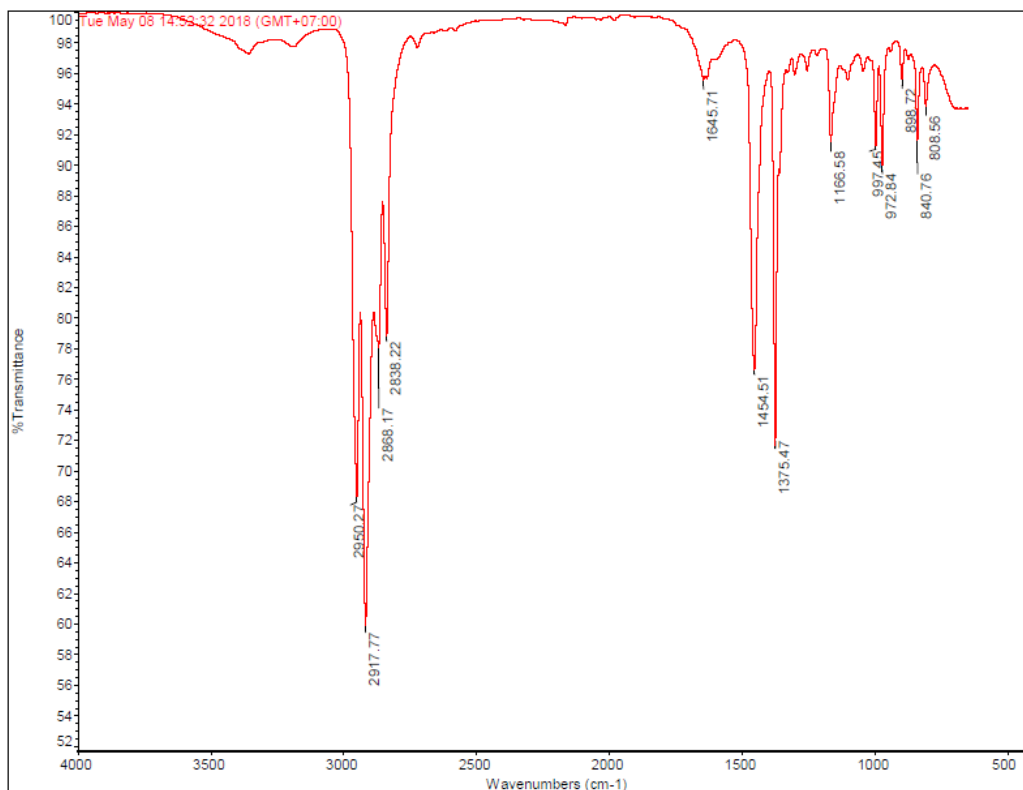


Gambar 4.5 Spektrum Inframerah Polipropilena

3. Hasil Pengujian PP/MB 2%

Dari uji spektroskopi FTIR terhadap PP/MB 2% didapatkan spektrum inframerah yang ditunjukkan pada gambar 4.6, spektrum inframerah PP/MB 2%, menunjukkan adanya gugus hidrokarbon (C-H) pada bilangan gelombang 2950,27 cm^{-1} , 2917,77 cm^{-1} , 2868,17 cm^{-1} . Sedangkan pada daerah sidik jari terdapat bilangan gelombang 1454,51 cm^{-1} , 1375,47 cm^{-1} , 972,84 cm^{-1} , dan 808,56 cm^{-1} .

Berdasarkan perbandingan spektrum inframerah PP/MB 2% dengan spektrum inframerah polipropilena murni yang ditunjukkan pada gambar 4.6, diketahui bahwa terdapat kemiripan bilangan gelombang di antara kedua spektrum inframerah tersebut dan hanya terdapat perbedaan pada bilangan gelombang 1645,71 cm^{-1} yang diperkirakan merupakan bilangan gelombang senyawa LLDPE. Sehingga hasil komposisi kimia PP/MB 2% yang dapat diketahui adalah polipropilena dan LLDPE. Tabel kemiripan bilangan gelombang spektrum inframerah PP/MB 2% dengan spektrum inframerah polipropilena dan LLDPE dirangkum dalam tabel 4.2.



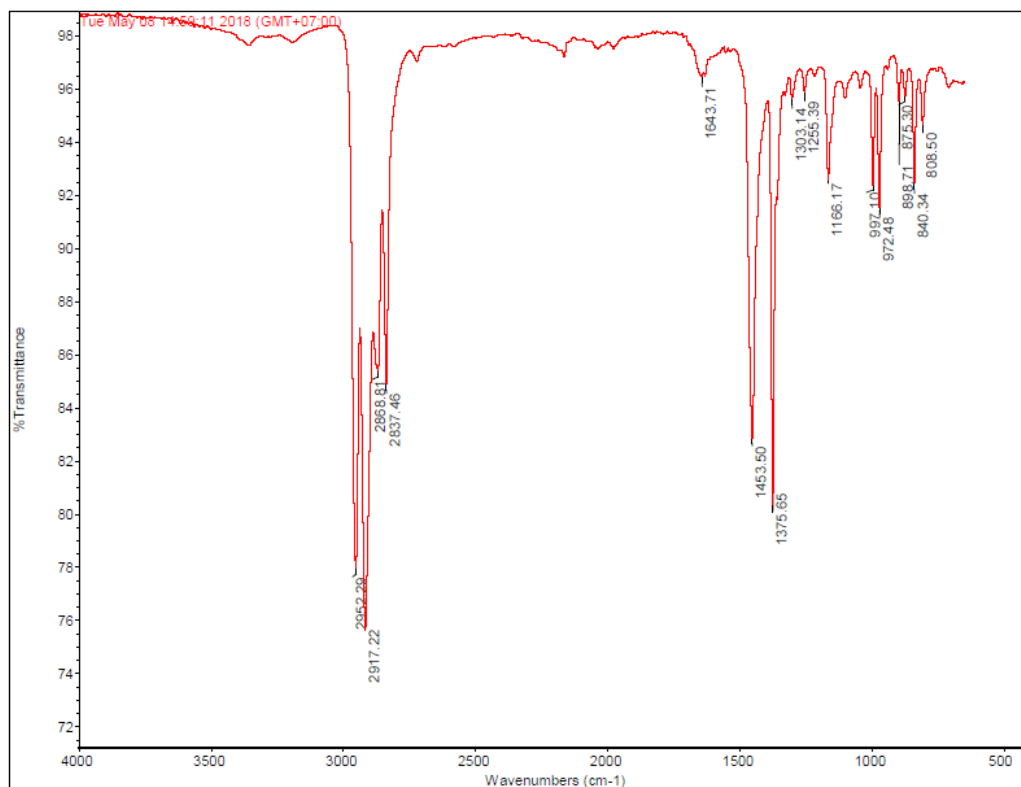
Gambar 4.6 Spektrum Inframerah PP/MB 2%

4. Hasil Pengujian PP/MB 4%

Dari uji spektroskopi FTIR terhadap PP/MB 4% didapatkan spektrum absorpsi inframerah yang ditunjukkan pada gambar 4.7, spektrum inframerah PP/MB 4%, menunjukkan adanya gugus hidrokarbon (C-H) pada bilangan gelombang $2952,29 \text{ cm}^{-1}$, $2917,22 \text{ cm}^{-1}$, $2868,81 \text{ cm}^{-1}$. Sedangkan pada daerah sidik jari terdapat bilangan gelombang $1453,50 \text{ cm}^{-1}$, $1375,65 \text{ cm}^{-1}$, $972,48 \text{ cm}^{-1}$, dan $808,50 \text{ cm}^{-1}$ yang merupakan daerah karakteristik untuk penyerapan gugus metil (-CH_3) pada polipropilena.

Berdasarkan perbandingan spektrum inframerah PP/MB 4% dengan spektrum inframerah polipropilena murni yang ditunjukkan pada gambar 4.5, diketahui bahwa terdapat kemiripan bilangan diantara kedua spektrum inframerah tersebut dan terdapat perbedaan pada bilangan gelombang $1645,71 \text{ cm}^{-1}$ yang diperkirakan merupakan bilangan gelombang senyawa LLDPE. Sehingga hasil komposisi kimia PP/MB 4% yang dapat diketahui adalah polipropilena dan

LLDPE. Tabel kemiripan bilangan gelombang spektrum inframerah PP/MB 4% dengan spektrum inframerah polipropilena dan LLDPE dirangkum dalam tabel 4.2.



Gambar 4.7 Spektrum Inframerah PP/MB 4%

Nilai bilangan gelombang pada spektrum inframerah polipropilena, *high density polyethylene* (HDPE) dan *linear low density polyethylene* (LLDPE) ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Bilangan Gelombang PP, HDPE, LLDPE, dan CaCO₃

Keterangan	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)				
	1	2	3	4	5
PP	2917,66	1454,29	-	1375,74	809,06
HDPE	2914,19	2847,20	-	1461,61	781,11
LLDPE	2915,03	2847,83	1645,59	1467,99	718,55
CaCO ₃	2918,41	2850,98	-	1455,83	712,98

Nilai bilangan gelombang pada spektrum inframerah *masterbatch red 418 C* dan variasi kompon PP&MB dirangkum pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Bilangan Gelombang Hasil Pengujian FTIR sampel

Sampel	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)					Kemiripan
	1	2	3	4	5	
PP/MB 0%	2917,32	1454,84	-	1375,55	808,68	PP
PP/MB 2%	2917,77	1454,51	1645,71	1375,47	808,56	PP & LLDPE
PP/MB 4%	2917,22	1453,50	1643,71	1375,65	808,50	PP & LLDPE
<i>Masterbatch Red 418 C</i>	2916,01	2848,07	1670,35	1413,45	712,39	LLDPE&CaCO ₃

Hasil pengujian FTIR variasi kompon PP&MB menunjukkan bahwa spektrum inframerah yang terbentuk antara variasi kompon PP&MB yang satu dengan yang lainnya tidak memiliki perbedaan yang signifikan, yaitu pada PP/MB 2% dan PP/MB 4% terdapat LLDPE sedangkan pada PP/MB 0% tidak. Seluruh spektrum inframerah yang dihasilkan menunjukkan serapan gelombang pada daerah gugus fungsi dan daerah sidik jari yang menunjukkan senyawa polipropilena dan hanya terdapat perbedaan pada nilai persentase transmittannya, hal tersebut menunjukkan perbedaan konsentrasi komposisi kimia yang terkandung pada sampel.

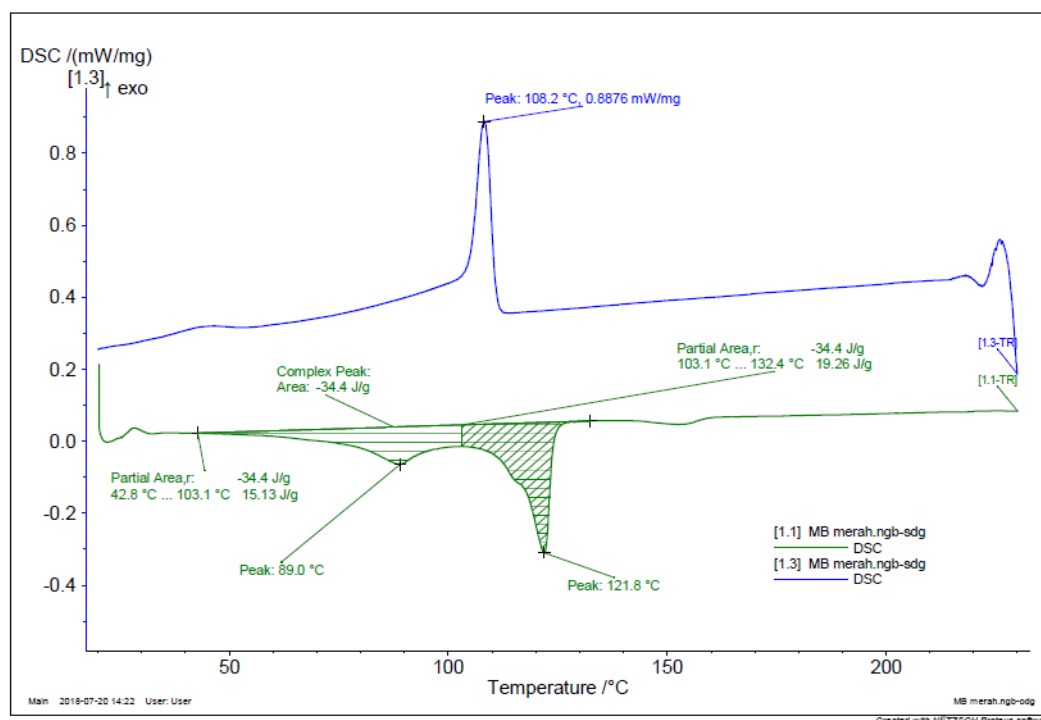
4.2 Hasil Pengujian *Differential Scanning Calorimetry* (DSC)

Pengujian termal menggunakan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) dilakukan melalui proses pemanasan yang dimulai dari temperatur 20°C sampai 230°C dan kemudian proses pendinginan dari temperatur 230°C sampai kembali ke 20°C. Berdasarkan proses tersebut diketahui temperatur leleh (T_m) yang digambarkan dengan puncak kurva berwarna hijau, temperatur kristalisasi (T_c) yang digambarkan dengan puncak kurva berwarna biru, dan entalpi pelelehan (ΔH_m) yang digambarkan dengan luas area proses pemanasan pada termogram sampel kompon PP&MB.

1. Hasil Pengujian *Masterbatch Red 418 C*

Hasil pengujian dengan instrumen DSC terhadap *Masterbatch Red 418 C* memberikan hasil termogram yang ditunjukkan pada gambar 4.8. Berdasarkan gambar 4.8, pada proses pemanasan didapat puncak endotermik yang menunjukkan temperatur leleh dari *masterbatch red 418 C* yaitu sebesar 121,8°C. Temperatur

leleh tersebut mendekati temperatur leleh dari *linear low density polyethylene* (LLDPE) yang ditunjukkan pada tabel 4.3, hal tersebut mengindikasikan bahwa *masterbatch red 418 C* mengandung LLDPE, hal ini memperkuat analisa hasil pengujian FTIR yang mengindikasikan bahwa *masterbatch red 418 C* mengandung LLDPE.



Gambar 4.8 Termogram DSC *Masterbatch Red 418 C*

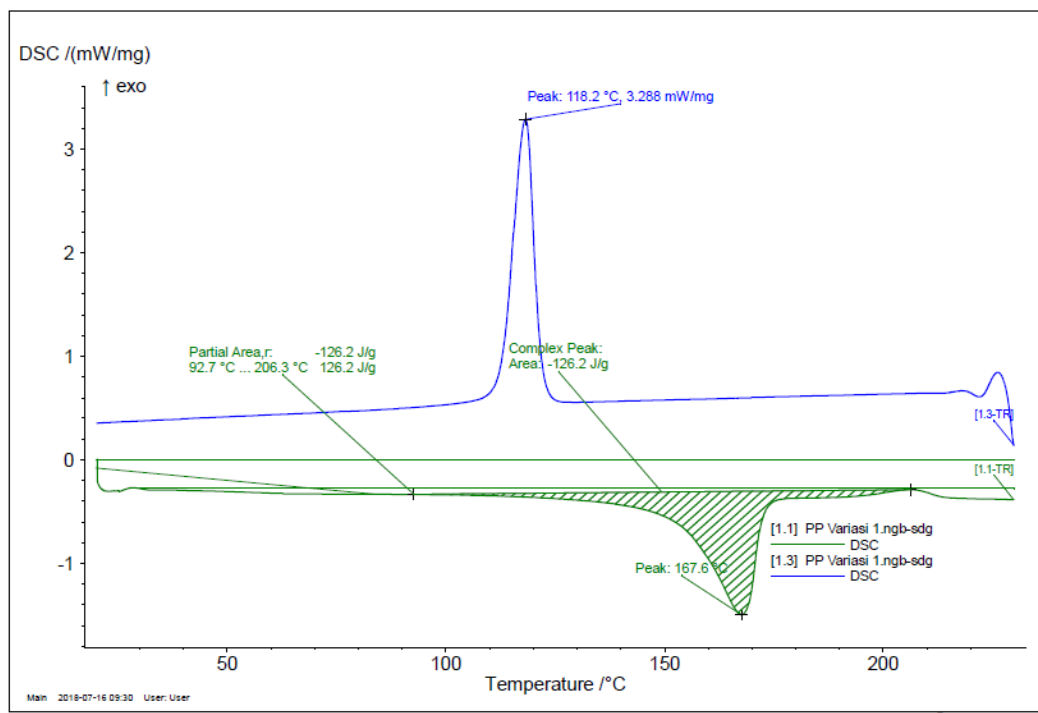
Berdasarkan termogram juga didapat puncak proses pendinginan yang menunjukkan temperatur kristalisasi dari *masterbatch red 418 C* yaitu sebesar 108,2°C dan luas area proses pemanasan yang menunjukkan energi yang dibutuhkan untuk mengubah fasa padat menjadi cair berupa. entalpi pelelehan sebesar 34,4 J/g.

Tabel 4.3 Tabel *Netzsch Thermal Properties of Polymer*

Senyawa	Temperatur Leleh (°C)	Entalpi (J/g)
Polipropilena	160-165	207-209
HDPE	125-135	293
LDPE	100-115	n/a
LLDPE	122-127	n/a

2. Hasil Pengujian PP/MB 0%

Hasil pengujian dengan instrumen DSC terhadap PP/MB 0% memberikan hasil termogram yang ditunjukkan pada gambar 4.9.



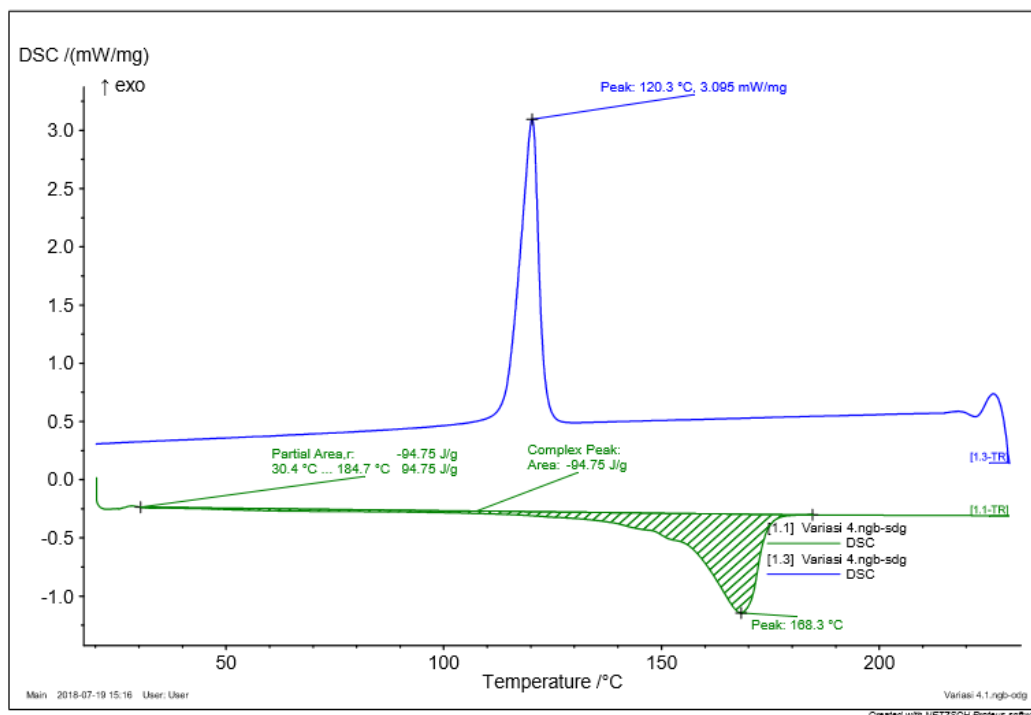
Gambar 4.9 Termogram DSC PP/MB 0%

Berdasarkan gambar 4.9, pada proses pemanasan didapat puncak endotermik yang menunjukkan temperatur leleh dari PP/MB 0% yaitu sebesar 167,6°C. Temperatur leleh tersebut mendekati temperatur leleh dari polipropilena yang ditunjukkan pada tabel 4.3. Berdasarkan termogram didapat puncak proses pendinginan yang menunjukkan temperatur kristalisasi PP/MB 0% yaitu sebesar 118,2°C dan luas area proses pemanasan yang menunjukkan energi yang dibutuhkan untuk mengubah fasa padat menjadi cair berupa entalpi pelelehan sebesar 126,2 J/g.

3. Hasil Pengujian PP/MB 2%

Hasil pengujian dengan instrumen DSC terhadap PP/MB 2% memberikan hasil termogram yang ditunjukkan pada gambar 4.10. Berdasarkan gambar tersebut, pada proses pemanasan didapat puncak endotermik yang menunjukkan temperatur leleh dari PP/MB 2% yaitu 168,3°C. Berdasarkan hasil tersebut, diketahui tidak

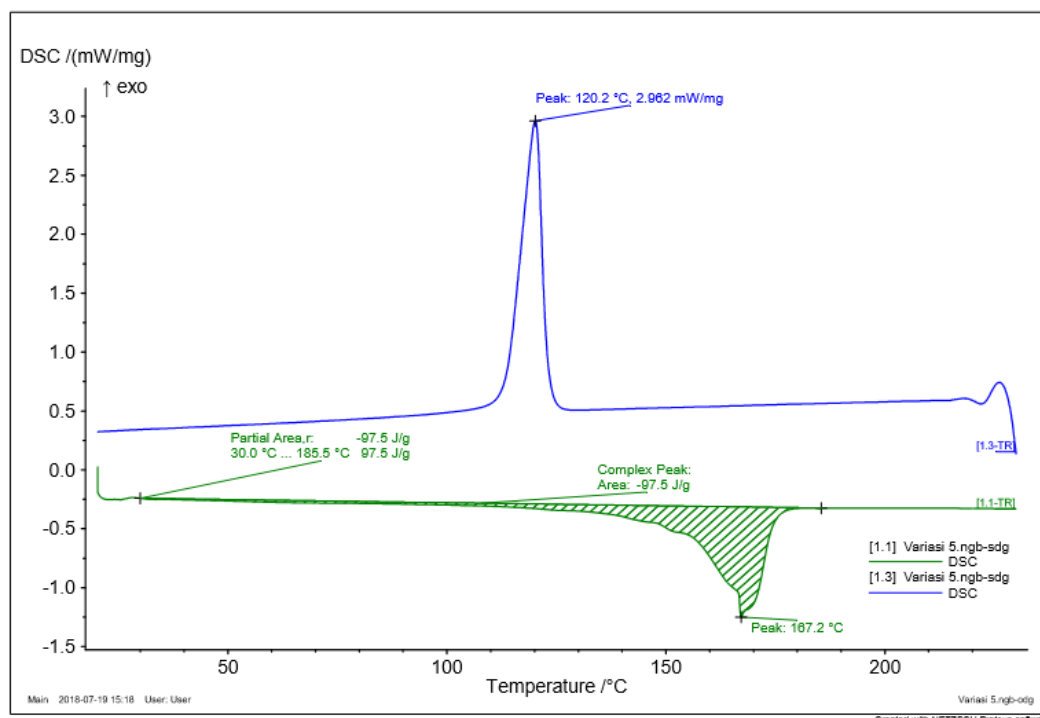
terdapat perubahan temperatur leleh yang signifikan antara PP/MB 0% dengan PP/MB 2%. Berdasarkan termogram didapat puncak proses pendinginan yang menunjukkan temperatur kristalisasi PP/MB 2% yaitu 120,3°C dan luas area proses pemanasan yang menunjukkan energi yang dibutuhkan untuk mengubah fasa padat menjadi cair berupa entalpi pelelehan sebesar 94,75 J/g.



Gambar 4.10 Termogram DSC PP/MB 2%

4. Hasil Pengujian PP/MB 4%

Hasil pengujian dengan instrumen DSC terhadap PP/MB 4% memberikan hasil termogram yang ditunjukkan pada gambar 4.11. Berdasarkan gambar 4.11, didapat puncak endotermik yang menunjukkan temperatur leleh dari PP/MB 4% yang merupakan polipropilena dengan penambahan *masterbatch* yaitu 167,2°C. Berdasarkan hasil tersebut, diketahui tidak terdapat perubahan temperatur leleh yang signifikan antara PP/MB 4% dengan PP/MB 0% dan PP/MB 2%. Berdasarkan termogram juga didapat puncak proses pendinginan yang menunjukkan temperatur kristalisasi PP/MB 4% yaitu sebesar Selain temperatur leleh, juga didapat temperatur kristalisasi yaitu 120,2°C dan entalpi pelelehan sebesar 97,5 J/g.



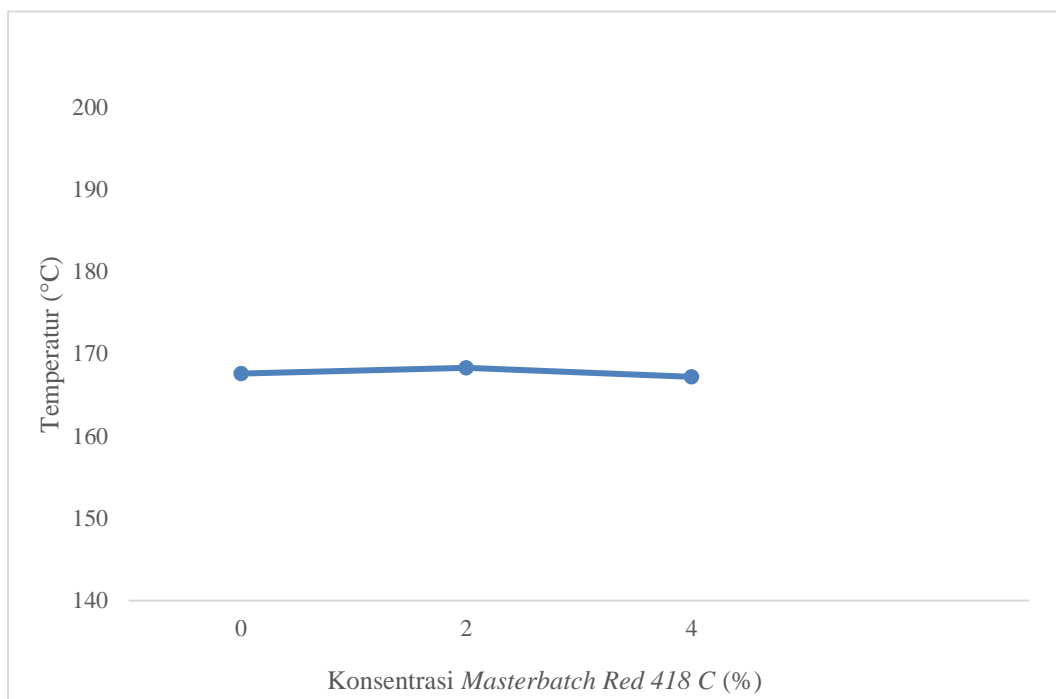
Gambar 4.11 Termogram DSC PP/MB 4%

Temperatur leleh (T_m), temperatur kristalisasi (T_c), dan entalpi pelelehan (ΔH_m) dari hasil pengujian DSC dirangkum pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian DSC

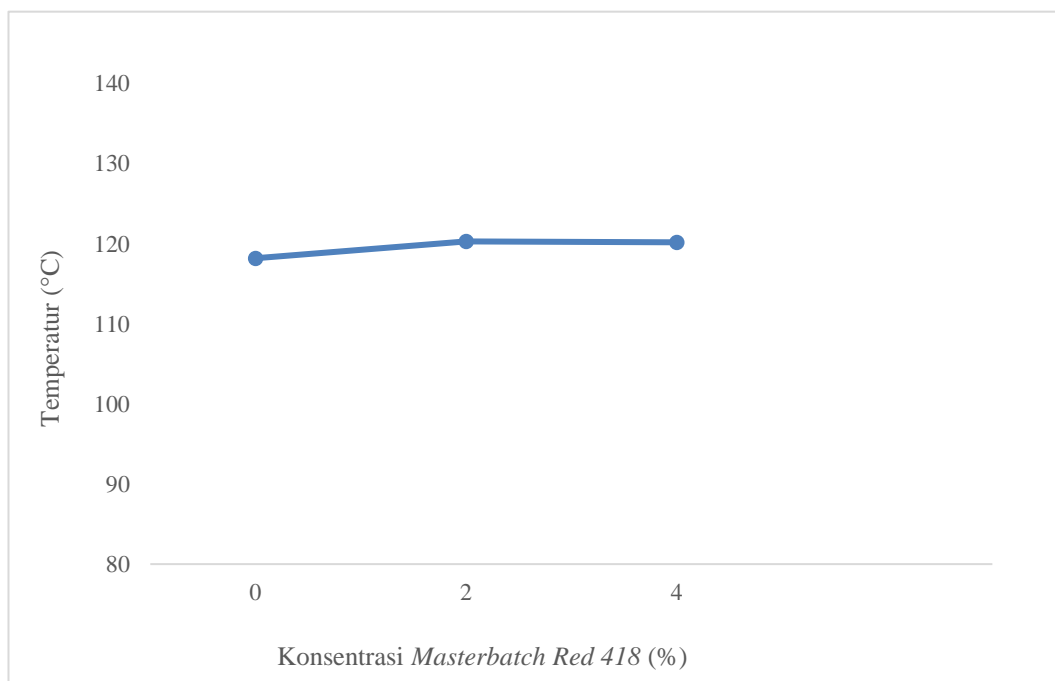
Sampel	T_m (°C)	T_c (°C)	ΔH_m (J/g)
<i>Masterbatch Red 418 C</i>	121,8	108,2	34,4
PP/MB 0%	167,6	118,2	126,2
PP/MB 2%	168,3	120,3	94,75
PP/MB 4%	167,2	120,2	97,5

Berdasarkan gambar 4.12 diketahui bahwa penambahan *masterbatch red 418 C* tidak memiliki pengaruh terhadap temperatur leleh (T_m) kompon PP&MB karena tidak menyebabkan temperatur leleh yang signifikan yaitu hanya sebesar 0,4-0,7°C. Temperatur leleh tertinggi dimiliki oleh PP/MB 2% yaitu sebesar 168,3°C, dan temperatur leleh terendah dimiliki oleh PP/MB 4% yaitu sebesar 167,2°C sedangkan temperatur leleh PP/MB 0% sebesar 167,6°C.



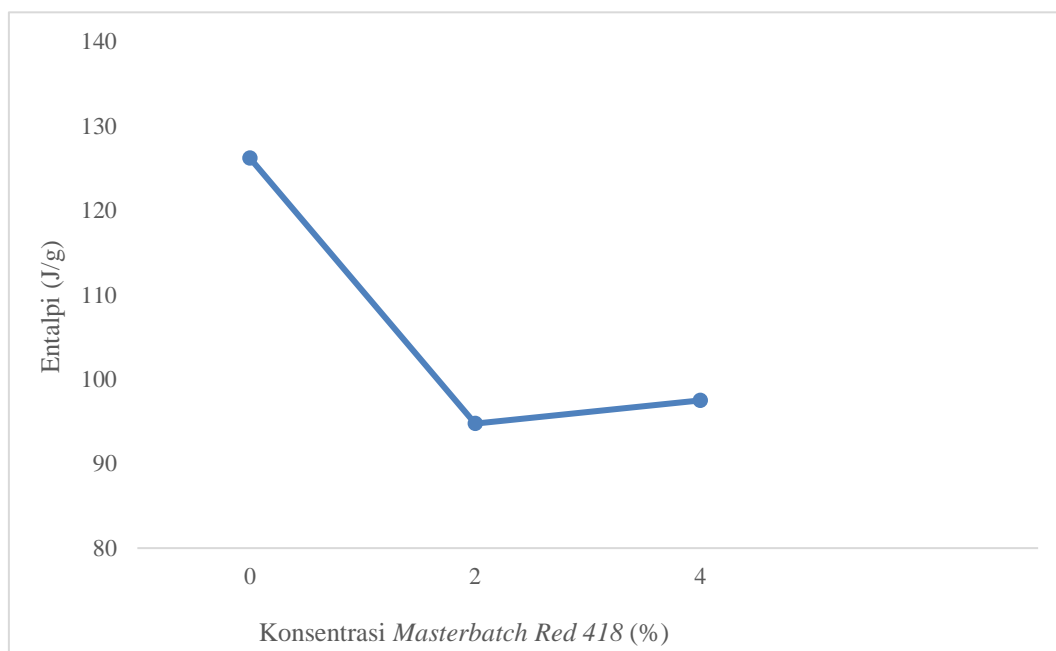
Gambar 4.12 Temperatur Leleh Kompon PP&MB

Berdasarkan gambar 4.13 diketahui bahwa penambahan *masterbatch red 418 C* menyebabkan peningkatan temperatur kristalisasi kompon PP&MB



Gambar 4.13 Temperatur Kristalisasi Kompon PP&MB

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Silberman dkk., diketahui penambahan pigmen menyebabkan peningkatan temperatur kristalisasi, hal tersebut sesuai dengan hasil pengujian DSC kompon PP&MB, yang mana penambahan *masterbatch red 418 C* menyebabkan peningkatan temperatur kristalisasi. Selain itu, Berdasarkan literatur *Polypropylene: The Definitive User's Guide and Databook* (Maier, 1998) disebutkan bahwa kalsium karbonat dapat berfungsi sebagai *nucleator*, sehingga diperkirakan kalsium karbonat yang terkandung pada *masterbatch red 418 C* berfungsi sebagai agen nukleasi (*nucleator*) dan menyebabkan proses kristalisasi lebih cepat sehingga meningkatkan temperatur kristalisasi PP/MB 2% dan PP/MB 4%.



Gambar 4.14 Entalpi Pelelehan Kompon PP

Berdasarkan gambar 4.14 diketahui bahwa penambahan *masterbatch red 418 C* memiliki pengaruh terhadap entalpi pelelehan (ΔH_m) kompon PP&MB yaitu menyebabkan perubahan entalpi kompon PP&MB. Entalpi pelelehan tertinggi dimiliki oleh PP/MB 0% yaitu sebesar 126,2 J/g, sedangkan entalpi pelelehan terendah dimiliki oleh PP/MB 2% yaitu sebesar 94,75 J/g. Berdasarkan hasil pengujian *masterbatch red 418 C* diketahui entalpi pelelehannya sebesar 34,4 J/g, diperkirakan karena perbedaan entalpi pelelehan *masterbatch red 418 C* dengan

entalpi pelelehan polipropilena murni inilah yang menyebabkan perubahan entalpi pada kompon PP&MB.

4.3 Hasil Pengujian *Universal Testing Machine* (UTM)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat mekanik yaitu kuat tarik, modulus elastisitas dan elongasi dari variasi sampel kompon PP&MB dengan penambahan *masterbatch red 418 C*. Penambahan *masterbatch red 418 C* menyebabkan perubahan sifat dari polipropilena, karena sifat mekanik dipengaruhi oleh besarnya jumlah komponen-komponen penyusun kompon.

Sebagai acuan, dilakukan perbandingan sifat mekanik PP/MB 0% dengan polipropilena murni yang didapat dari data *International Association of Plastics Distribution* (IAPD), ditunjukkan pada tabel 4.5, diketahui bahwa sifat mekanik PP/MB 0% mendekati sifat mekanik polipropilena.

Tabel 4.5 Sifat Mekanik Polipropilena dan PP/MB 0%

Polimer	Kekuatan Tarik (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)	Elongasi (%)
Polipropilena	31,03-41,37	1300	100-600
PP/MB 0%	31,22	1818,13	207,22

1. Kekuatan Tarik Kompon PP&MB

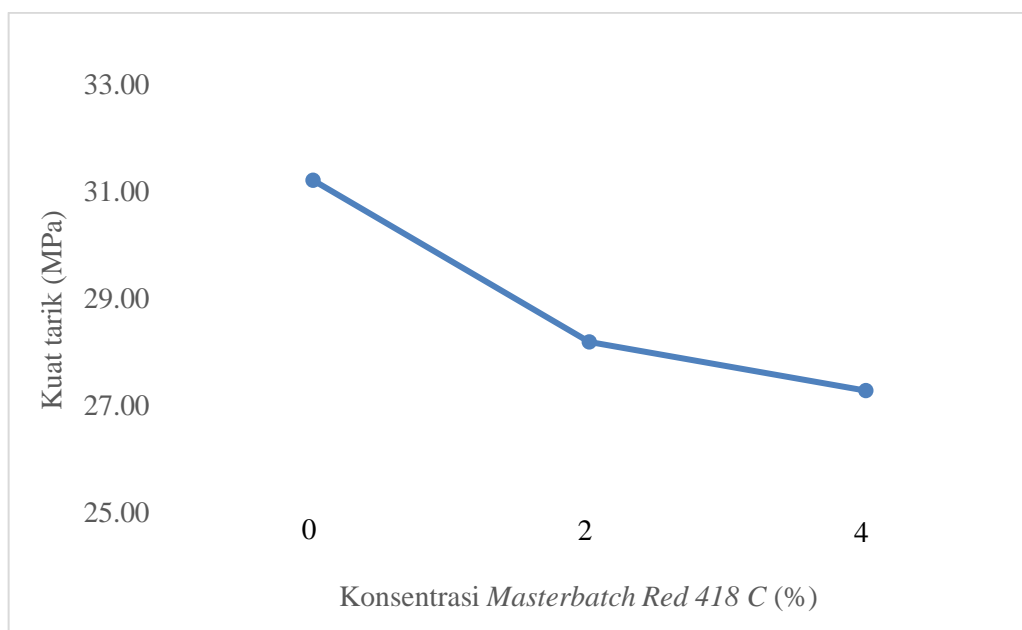
Hasil pengujian mekanik kompon PP&MB menghasilkan nilai kekuatan tarik yang ditunjukkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Kekuatan Tarik dan Elongasi Kompon PP&MB

Sampel	Kekuatan Tarik (MPa)		
	1	2	Rata-Rata
PP/MB 0%	30,592	31,841	31,22
PP/MB 2%	27,862	28,509	28,19
PP/MB 4%	27,019	27,536	27,28

Gambar 4.15 menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik paling besar terdapat pada PP/MB 0% atau kompon PP&MB dengan *masterbatch red 418 C* sebanyak 0% yaitu sebesar 31,22 MPa. Pada kompon PP&MB dengan penambahan *masterbatch red 418 C* terjadi penurunan kuat tarik dimana penambahan

masterbatch red 418 C sebanyak 2% memiliki kuat tarik sebesar 28,19 MPa dan nilai kuat tarik paling rendah terdapat pada kompon PP&MB dengan penambahan *masterbatch red 418 C* sebanyak 4% yaitu sebesar 27,28 MPa. Nilai kuat tarik dipengaruhi oleh banyaknya penambahan *masterbatch red 418 C*, semakin banyak komposisi *masterbatch red 418 C* yang ditambahkan maka nilai kuat tariknya semakin menurun.



Gambar 4.15 Kekuatan Tarik Kompon PP&MB

Berdasarkan literatur, kekuatan tarik polietilena berada jauh di bawah kekuatan tarik polipropilena, hal tersebut mengindikasikan bahwa dengan penambahan *masterbatch red 418 C* pada kompon PP&MB, karakteristik mekanik polietilena yang terkandung pada *masterbatch red 418 C* mempengaruhi karakteristik mekanik sampel kompon PP&MB dan menyebabkan penurunan kekuatan tarik.

Penelitian lain mengatakan, penambahan kalsium karbonat dengan komposisi 1,89%, 3,90%, 8,37%, 16,45%, 26,78%, serta 35,42% dapat meningkatkan modulus elastisitas sedangkan kekuatan tarik dan elongasi berkurang. Hal ini dikarenakan interaksi antara polimer dengan kalsium karbonat yang meningkat sehingga terjadi penurunan pergerakan molekul (Maiti & Mahapatro, 1991). Sehingga disimpulkan bahwa terjadinya penurunan kekuatan

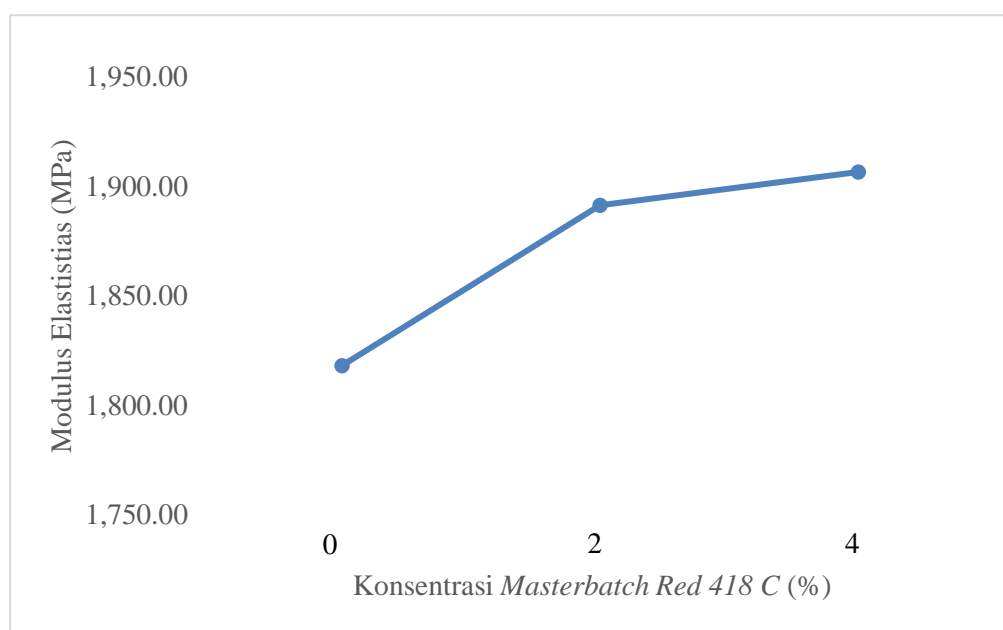
tarik diakibatkan karena karakteristik mekanik polietilena dan kalsium karbonat yang terkandung dalam *masterbatch red 418 C* ikut mempengaruhi karakteristik mekanik kompon PP&MB.

2. Modulus Elastisitas Kompon PP&MB

Hasil pengujian mekanik kompon PP&MB menghasilkan nilai kekuatan tarik yang ditunjukkan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Modulus Elastisitas Kompon PP&MB

Sampel	Modulus Elastisitas (MPa)		
	1	2	Rata-Rata
PP/MB 0%	1784,139	1852,125	1818,13
PP/MB 2%	1902,328	1880,282	1891,31
PP/MB 4%	1905,641	1907,441	06,54



Gambar 4.16 Modulus Elastisitas Kompon PP&MB

Gambar 4.16 menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas paling rendah terdapat pada PP/MB 0% atau kompon PP&MB dengan penambahan *masterbatch red 418 C* sebanyak 0% yaitu sebesar 1818,13 MPa. Pada kompon PP&MB dengan penambahan *masterbatch red 418 C* terjadi peningkatan modulus elastisitas dimana dengan penambahan *masterbatch red 418 C* sebanyak 2% dan 4% masing-masing

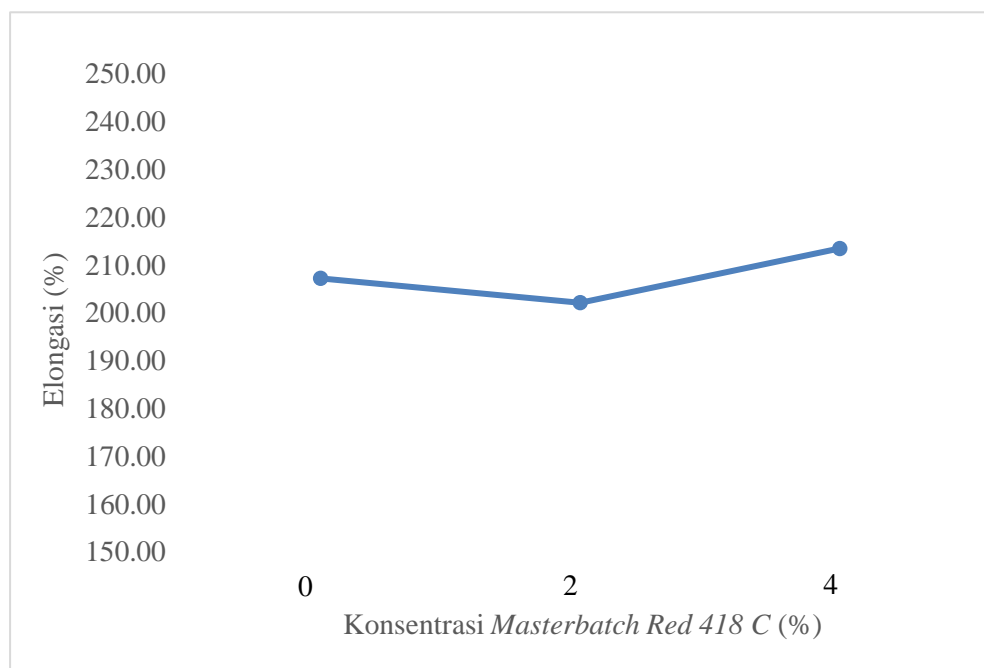
memiliki modulus elastisitas sebesar 1891,31 MPa dan 1906,54 MPa. Nilai modulus elastisitas dipengaruhi oleh banyaknya penambahan *masterbatch red 418 C*. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak komposisi *masterbatch red 418 C* yang ditambahkan maka nilai modulus elastisitasnya semakin meningkat, hal ini diperkirakan karena karakteristik mekanik kalsium karbonat yang terkandung pada *masterbatch red 418 C* ikut mempengaruhi karakteristik mekanik kompon PP&MB.

3. Elongasi Kompon PP&MB

Hasil pengujian mekanik kompon PP&MB menghasilkan nilai kekuatan tarik yang ditunjukkan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Elongasi Kompon PP&MB

Sampel	Elongasi (%)		
	1	2	Rata-Rata
PP/MB 0%	203,25	211,19	207,22
PP/MB 2%	204,7	199,53	202,12
PP/MB 4%	212,26	214,69	213,48



Gambar 4.17 Elongasi Kompon PP&MB

Elongasi adalah sifat mekanik yang erat hubungannya dengan sifat fisik kompon, hal ini menunjukkan perubahan panjang kompon saat maksimum dengan memperoleh gaya tarik sampai kompon putus. Elongasi menentukan sifat plastik plastik. Semakin tinggi nilai elongasi, maka plastik tersebut semakin plastis sehingga bahan tersebut dapat ditarik lebih mulur (Billmeyer, 1984). Melalui gambar 4.17 dapat dilihat bahwa hasil elongasi pada kompon PP&MB dengan penambahan *masterbatch red 418 C* sebanyak 0% memiliki nilai elongasi yaitu sebesar 207,22%. Sedangkan terjadi penurunan nilai elongasi yang tidak signifikan pada kompon PP&MB dengan penambahan *masterbatch red 418 C* sebanyak 2% yaitu sebesar 202,12 %, dan nilai elongasi tertinggi terdapat pada kompon PP&MB dengan penambahan *masterbatch red 418 C* sebanyak 4% yaitu sebesar 213,48%, sehingga diduga penambahan *masterbatch red 418 C* yang semakin banyak menyebabkan kompon PP&MB menjadi lebih elastis.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

- a. Penambahan *masterbatch red 418 C* meningkatkan temperatur kristalisasi (T_c) kompon PP/MB 2% menjadi $120,3^\circ\text{C}$ dan kompon PP/MB 4% menjadi $120,2^\circ\text{C}$ dari temperatur kristalisasi awal yaitu $118,2^\circ\text{C}$, kemudian menurunkan entalpi pelelehan (ΔH_m) kompon PP/MB 2% menjadi $94,75 \text{ J/g}$ dan kompon PP/MB 4% menjadi $97,5 \text{ J/g}$ dari entalpi pelelehan awal yaitu $126,2 \text{ J/g}$. Sedangkan, penambahan *masterbatch red 418 C* tidak menyebabkan perubahan temperatur leleh (T_m) yang signifikan, yaitu hanya menyebabkan perubahan sebesar $0,4-0,7^\circ\text{C}$.
- b. Penambahan *masterbatch red 418 C* yaitu menurunkan kuat tarik kompon PP/MB 2% dari mulanya $31,22 \text{ MPa}$ menjadi $28,19 \text{ MPa}$ dan kompon PP/MB 4% menjadi $27,28 \text{ MPa}$, meningkatkan modulus elastisitas kompon PP/MB 2% dari mulanya $1818,13 \text{ MPa}$ menjadi $1891,31 \text{ MPa}$ dan kompon PP/MB 4% menjadi $1906,54 \text{ MPa}$. Sedangkan nilai elongasi pada kompon PP/MB 2% menurun dari mulanya $207,22\%$ menjadi $202,12\%$ dan nilai elongasi kompon PP/MB 4% meningkat dari mulanya $202,12\%$ menjadi $213,48\%$.
- c. Komposisi kimia yang diketahui pada kompon PP/MB 0% hanya polipropilena, sedangkan komposisi kimia kompon PP/MB 2% dan PP/MB 4% adalah polipropilena dan *linear low density polyethylene* (LLDPE). Sedangkan *masterbatch red 418 C* memiliki komposisi kimia *aliphatic hydrocarbons* yang diduga merupakan LLDPE, *inorganic carbonate* yang diduga merupakan kalsium karbonat serta *aliphatic carboxylic acid salts*.

5.2 Saran

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

- a. Perlu dilakukan uji *X-Ray Powder Diffraction (XRD)* atau *X-Ray Fluorescence (XRF)* untuk mengetahui pasti senyawa yang terkandung pada *masterbatch red 418 C*.
- b. Perlu dilakukan uji DSC terhadap LLDPE untuk dibandingkan dengan termogram hasil uji *masterbatch red 418 C*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, SI, R Shamey, R M Christie, dan R R Mather. 2006. Comparison of the performance of selected powder and masterbatch pigments on mechanical properties of mass coloured polypropylene filaments. *Journal Compilation Society of Dyers and Colourists*.
- Akbar, Fauzi, Zulisma Anita, dan Hamidah Harahap. 2013. Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Medan.
- Anam, Choirul, Sirojudin, & Firdausi, K. Sofjan. 2007. Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *Jurnal Berkala Fisika Vol. 10, No. 1, p.79-85*.
- Arlofa, Nina dan Hendro Herutomo. 2017. Perbandingan Analisis Gugus Ataktik pada Polimer Polipropilena Dengan Metode Gravimetri dan Fourier Transform Infra Red (FTIR). Banten: *Jurnal Senasset Univesitas Serang Raya*.
- ASTM D 638-02a. 2003. *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*. Annual Books of ASTM Standards. Vol 14.02.
- Billmeyer JR, F. W. And John Wiley&sons. 1984. *Text Book of Polymer Science 3rd edition.*, A Wiley Interscience Publication, New York.
- Carraher, Charles E. Jr. 2003. *Polymer Chemistry, (6th ed.) Revised and Expanded*. Florida: Marcel Dekker, Inc.
- Cowd. M. A. 1991. Kimia Polimer. Alih bahasa: Harry Firman, , Penerbit: ITB, Bandung.
- Dauly, Muhammad R. 2014. *Sintesis dan Karakterisasi Biopolimer Komposit EGN-Carbon Nanotubes*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

- Fessenden, Ralp J. & Fessenden, Joan S. Alih Bahasa: Aloysius Hadyana Pudjaatmaka. 1986. *Kimia Organik, Jilid 1 Edisi Ketiga*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Ginting, Eva Marlina. 2016. *Sifat Mekanis Nano Komposit Termoplastik HDPE Dengan Beberapa Bahan Pengisi*. Medan: Universitas Negri Medan.
- Groves I.F, Whitehouse R.S. 1993. *Characterisation of Polymer Masterbatches by Modern Thermal Methods of Analysis*. Chicester. John Wiley and sons.
- Gunawan, Ricki, Syarfi Daud, dan Elvi Yenie. 2017. Pengaruh Suhu dan Variasi Rasio Plastik Jenis Polypropylene dan Plastik Polytyrene terhadap Yield dengan proses Pirolisis. Riau: *Jurnal Online Mahasiswa*. Vol. 4, No. 2.
- Hieronimus. 2010. *Makalah Material Teknik Tentang Polimer*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Kutz, Myer. 2011. *Applied Plastics Engineering Handbook : Processing, Materials, and Applications*. USA: Plastics Design Library.
- Kusumastuti, Ari. 2011. Pengenalan Pola Gelombang Khas Dengan Interpolasi. *Jurnal CAUCHY Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang*. Vol. 2 No. 1.
- Kodre, K. V., Attarde, S. R., Yendhe, P. R., Patil, R. Y. & Barge, V. U. 2014. Research and Review: *Journal of Pharmaceutical Analysis Differential Scanning Calorimetry: A Review*. India: Maharashtra.
- Maddah, Hisham A. 2016. Polypropylene as a Promising Plastic: A Review. *American Journal of Polymer Science* 2016, 6(1) p.1-11.
- Maier, Clive & Calafut, Teresa. 1998. *Polypropylene, The Definitive User's Guide and Databook*. Norwich: Plastics Design Library.
- Maiti, S.N, Dan P. K. Mahapatro. 1991. Mechanical Properties Of I-PP/Cac03 Composites. *Journal Of Applied Polymer Science*. Vol. 42, 3101-3110.

- Muharrami, Laila Khamsatul. 2013. Uji Karakterisasi Tarik dan Termal Plastik HDPE dengan Filler Abu Layang dan Silane. *Jurnal Rekayasa*. Vol. 6, No. 2.
- Mujiarto, Imam. 2005. *Jurnal: Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif*. Semarang: AMNI.
- Nina Arlofa dan Hendro Herutomo. 2017. Perbandingan Analisis Gugus Aaktif pada Polimer Polipropilena Dengan Metode Gravimetri dan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Serang.
- Novitasari. 2016. *Analisis Laju Degradasi Injectable Bone Substitute (IBS) Dengan Variasi Penambahan Alendronate*. Program Studi Fisika. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Nugraha Febrinaldo E. 2008. Optimasi Pemecahan Emulsi Air dalam Pelumas Bekas Menggunakan Campuran Larutan NaCl-Etanol. Skripsi. Tidak diterbitkan. Fakultas MIPA Institut Teknologi Bandung.
- Pavia, Donald L., Gary, M. Lampman, George, S. Kriz & James, R. Vyvyan. 2009. *Introduction to Spectroscopy*, (4th ed.). Washington: Cengage Learning.
- Setiabudi, Agus., Hardian, Rifan., Muzakir, Ahmad. 2012. *Karakterisasi Material: Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Silberman, A, E. Raninson, I. Dolgopolsky dan S. Kenig. 1995. *The Effect of Pigments on the Crystallization and Properties of Polypropylene*. Israel. John Wiley and Sons.
- Silva, M.A., Bierhalz, A.C.K., and Kieckbusch, T.G. 2009. Alginate and Pectin Composite Films Crosslinked with Ca²⁺ ions: *Effect of The Plasticizer Concentration*, *Carbohyd. Polym.*, 77, pp.736-742.
- Sinaga, Pestaria Betesda. 2015. *Pembuatan dan Karakterisasi Polimer Matriks Komposit Berbasis Lateks Pekat-Silika Sekam Padi*.

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Sriyanto. 2016. *Study Sifat Fisis Dan Mekanis Bahan Polipropilena Pada Produk Penutup Spion Sepeda Motor Merk A dan Merk B*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Supraptiningsih. 1997. Pemanfaatan Minarex Sebagai Secondary Plasticizer untuk Pembuatan Kompon Sepatu Boot PVC. *Jurnal Kementerian Perindustrian RI*. Vol. XII No. 23 Th. 1997.
- Syarief et al. 1989. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Jakarta: Penerbit Arcan.
- Yuniari, Arum dan Emiliana Kasmujiastuti. 2012. Spektroskopi FTIR dan Sifat Mekanik Nanokomposit Grafting HDPE. dan Nano Precipitated Calcium Carbonate (NPCC). *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*. Vol. 28 No. 2. Yogyakarta.

LAMPIRAN A
GAMBAR ALAT



Compounder



*Differential Scanning
Calorimetry (DSC)*



*Pneumatic Spesimen
Punch*



*Manual Forming
Machine*



Fourier Transform Infrared (FTIR)



Universal Testing Machine (UTM)

LAMPIRAN B
GAMBAR BAHAN



Masterbatch Red 418 C



Resin Polipropilena

LAMPIRAN C
GAMBAR PRODUK



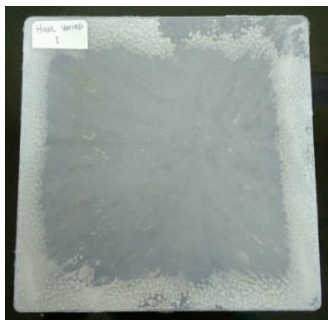
PP/MB 0%



PP/MB 2%



PP/MB 4%



Pelat Kompon
PP/MB 0%



Pelat Kompon
PP/MB 2%



Pelat Kompon
PP/MB 4%



Spesimen
PP/MB 0%



Spesimen
PP/MB 2%



Spesimen
PP/MB 4%