

**PENGARUH PENAMBAHAN *HIGH DENSITY*  
*POLYETHYLENE* (HDPE) TERHADAP SIFAT MEKANIK  
KOPOLIMER ACAK ETILENA-PROPILENA (EPrC) UNTUK  
APLIKASI WADAH CAT**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai  
gelar Sarjana Sains (S.Si.) Program Studi Ilmu Kimia  
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia  
Jogjakarta**



disusun oleh :

**TEGUH NUGROHO**  
No. Mhs. : 01612017

**JURUSAN ILMU KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA  
2005**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGARUH PENAMBAHAN *HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)* TERHADAP SIFAT MEKANIK KOPOLIMER ACAK ETILENA PROPILENA (EP<sub>r</sub>C) UNTUK APLIKASI WADAH CAT

Oleh :

Nama : **TEGUH NUGROHO**  
NIM : 01612017

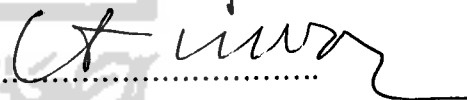
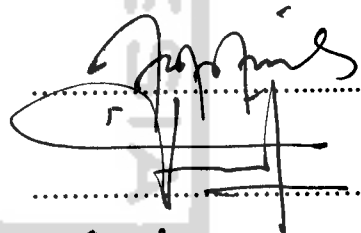
Telah dipertahankan di depan sidang pengujian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Jurusan Ilmu Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia  
Jogjakarta

Tanggal : 18 Juni 2005

Dewan Penguji

1. Is Fatimah, M.Si
2. Tatang Shabur Julianto, S.Si
3. Dr. Charil Anwar
4. Ihsan Safari, M.Si

Tanda tangan



Mengetahui,  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia



Tega Nugroha, M.Si

## HALAMAN PERSEMBAHAN

1. *Kupersembahkan untuk Ayah dan Ibu, terima kasih atas doa dan dukungannya, maafkan putramu bila selama ini selalu merepotkan.*
2. *Buat yang terkasih dan tersayang, Siti Nurliza, terima kasih atas semua kasih sayang dan pengorbanan yang adik berikan selama ini.*
3. *Ibu Erna, Pak Yudha, Mas Arief, Mas Mitrayudi, Mbak Kartika, Mahdi dan seluruh staf Laboratorium PT Tri Polyta Indonesia, yang senantiasa membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian.*
4. *Buat Pak Rjyanto, terima kasih atas nasehat dan saran bapak selama ini, semoga bapak sukses studi S-3 nya.*
5. *Arman, teman satu perjuangan di Cilegon, cepat diselesaikan TA-nya biar cepat lulus.*
6. *Teman-teman angkatan 2001 (Kak Ane, Cecep, Arman, Hasan, Hadi, Ida, dll) terima kasih atas persahabatan yang telah kita bina. Semoga kita tetap menjadi sahabat sampai kapanpun.*
7. *Buat tim MARKENTOZZ, teman-teman kos "Takeshi Castle", sukses selalu untuk kita semua dan salam Markentozzz.*

*" Beda antara sekolah dan kehidupan adalah di sekolah kita diberikan pelajaran lalu diuji*

*Sedangkan dalam kehidupan kita diberikan ujian yang memberi kita pelajaran "*

**(The Lion, Cilegon 25 Juli 2004)**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul : *“Pengaruh Penambahan High Density Polyethylene (HDPE) terhadap Sifat Mekanik Kopolimer Acak Etilena Propilena (EPrC) untuk Aplikasi Wadah Cat ”*. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Jaka Nugraha, M.Si , selaku dekan FMIPA UII.
2. Dr. Asmu Wahyu, selaku Manager Technical Quality PT Tri Polyta Indonesia, yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di instansi tersebut.
3. Rudy Syahputra, M.Si , selaku Ketua Jurusan Ilmu Kimia FMIPA UII.
4. Dr. Chairil Anwar, selaku dosen pembimbing I.
5. Ihsan Safari, M.Si., selaku dosen pembimbing II
6. Staf dan karyawan laboratorium PT Tri Polyta Indonesia.

Penulis menyadari skripsi ini tidak luput dari kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima segala saran dan kritik yang konstruktif untuk lebih menyempurnakan skripsi ini. Semoga karya ilmiah ini ada manfaatnya.

Jogjakarta, Juni 2005

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
INTI SARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
BAB III DASAR TEORI.....	7
3.1 Polipropilena.....	7
3.1.1 Jenis-jenis polipropilena.....	9
3.2 Polietilena.....	10
3.2.1 <i>High Densty Polyethylene</i> (HDPE).....	11
3.3 Karakterisasi polimer.....	12
3.3.1 Sifat reologis .....	12
3.3.2 Sifat mekanik .....	13
3.3.3 Sifat optik.....	14
3.3.4 Sifat termal.....	16

3.4 Pemrosesan polimer.....	16
3.4.1 <i>Injection Molding</i> .....	16
3.4.2 Ekstrusi .....	17
3.4.3 Pembuatan Film.....	18
3.5 Polipaduan.....	18
3.6 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR).....	19
3.7 <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC).....	21
3.8 Hipotesis.....	22
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
4.1 Tahap formulasi sampel.....	24
4.2 Tahap peletasi.....	25
4.3 Tahap penentuan indeks cepat alir.....	26
4.4 Tahap pembuatan spesimen.....	27
4.4.1 Pembuatan spesimen <i>injection molding</i> .....	27
4.4.2 Pembuatan spesimen <i>film extruder</i> .....	28
4.4.3 Pembuatan spesimen pres.....	29
4.5 Tahap penentuan karakteristik.....	30
4.5.1 Analisis kelarutan dalam xilen.....	30
4.5.2 Pengukuran kekuatan tarik dan perpanjangan.....	32
4.5.3 Pengukuran kekerasan.....	33
4.5.4 Pengukuran <i>gardner impact</i> .....	34
4.5.5 Pengukuran <i>notched izod impact</i> .....	35
4.5.6 Pengukuran kekilapan.....	36
4.5.7 Pengukuran kekabutan.....	36
4.5.8 Pengukuran derajat kekuningan.....	37
4.5.9 Analisis termal dengan <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC).....	38
4.5.10 Analisis gugus fungsi menggunakan <i>Fourier Transform</i> <i>Infra Red</i> (FTIR).....	38

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
5.1 Pencampuran polimer.....	40
5.2 Penentuan Indeks cepat alir.....	41
5.3 Hasil pengukuran sifat mekanik.....	42
5.3.1 Kekuatan tarik.....	42
5.3.2 Perpanjangan.....	43
5.3.3 Kekerasan.....	45
5.3.4 <i>Noched izod impact</i> .....	46
5.3.5 <i>Garner Impact</i> .....	47
5.4 Hasil pengukuran sifat optik .....	48
5.4.1 Kekabutan.....	48
5.4.2 Kekilapan.....	49
5.4.3 Derajat kekuningan.....	50
5.5 Kelarutan dalam xilen.....	52
5.6 Analisis dengan <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	53
5.7 Analisis termal dengan <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC)..	57
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
6.1 Kesimpulan.....	60
6.2 Saran.....	61
BAB VII DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN.....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Sifat fisik polipropilena.....	7
Tabel 2 : Sifat fisik <i>High Densty Polyethylena</i> (HDPE) .....	12
Tabel 3 : Formulasi sampel.....	24
Tabel 4 : Kondisi mesin ekstruder ( <i>peletizer</i> ).....	25
Tabel 5 : Kondisi pengukuran Indeks cepat alir.....	27
Tabel 6 : Kondisi mesin <i>injection molding</i> .....	27
Tabel 7 : Kondisi mesin ekstruder ( <i>film extruder</i> ).....	28
Tabel 8 : Kondisi alat <i>Tensile Tester Autograph</i> .....	33
Tabel 9 : Hasil pengukuran indeks cepat alir ( <i>melt flow index</i> ).....	65
Tabel 10 : Hasil pengukuran derajat kekuningan ( <i>yellowness index</i> ).....	65
Tabel 11 : Hasil pengukuran kekuatan tarik ( <i>tensile strenght at yield</i> ).....	65
Tabel 12 : Hasil pengukuran perpanjangan ( <i>elongation</i> ).....	66
Tabel 13 : Hasil pengukuran kekerasan ( <i>hardness</i> ).....	66
Tabel 14 : Hasil pengukuran kelarutan dalam xilen ( <i>Xylene soluble</i> ).....	66
Tabel 15 : Hasil pengukuran <i>notched izod impact</i> .....	67
Tabel 16 : Hasil pengukuran kekilapan ( <i>gloss</i> ).....	67
Tabel 17 : Hasil pengukuran <i>gardner impact</i> .....	67
Tabel 18 : Hasil pengukuran kekabutan ( <i>haze</i> ).....	68

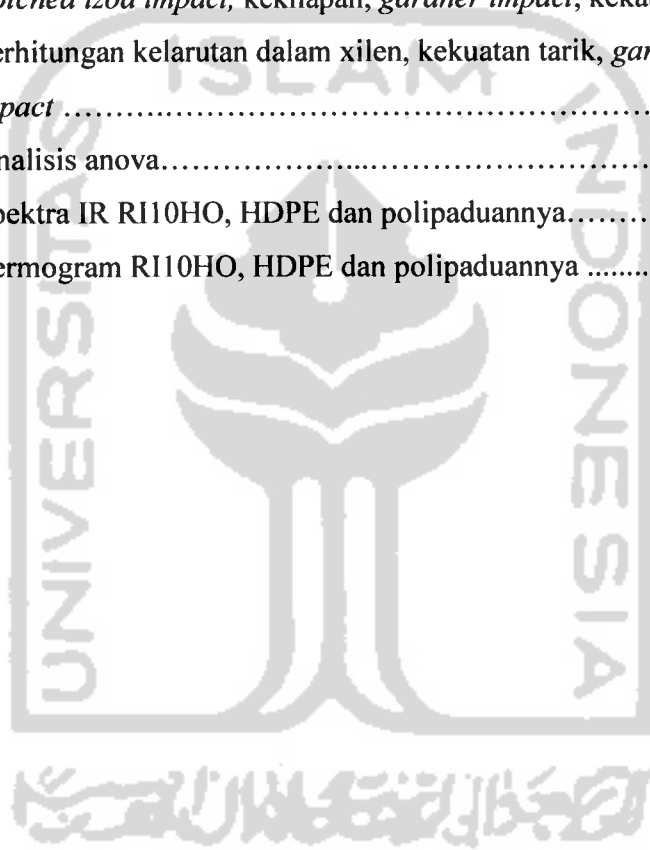


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Struktur polipropilena.....	8
Gambar 2 : Struktur polipropilena ataktik .....	8
Gambar 3 : Struktur polipropilena isotaktik.....	8
Gambar 4 : Struktur polietilena.....	11
Gambar 5 : Mesin <i>injection molding</i> .....	17
Gambar 6 : Skema ekstruder.....	17
Gambar 7 : Skema alat <i>cast film extrusion</i> .....	18
Gambar 8 : Skema peralatan FTIR.....	20
Gambar 9 : Skema interferometer Michelson.....	20
Gambar 10 : Keluaran sinar interferensi interferometer Michelson.....	21
Gambar 11 : Skema alat <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC).....	21
Gambar 12 : Grafik indeks cepat alir pada berbagai konsentrasi HDPE.....	41
Gambar 13 : Grafik kekuatan tarik pada berbagai konsentrasi HDPE.....	43
Gambar 14 : Grafik perpanjangan pada berbagai konsentrasi HDPE.....	44
Gambar 15 : Grafik kekerasan pada berbagai konsentrasi HDPE.....	45
Gambar 16 : Grafik <i>notched izod impact</i> pada berbagai konsentrasi HDPE.....	46
Gambar 17 : Grafik <i>gardner impact</i> pada berbagai konsentrasi HDPE.....	47
Gambar 18 : Grafik kekabutan pada berbagai konsentrasi HDPE.....	48
Gambar 19 : Grafik kekilapan pada berbagai konsentrasi HDPE.....	50
Gambar 20 : Grafik derajat kekuningan pada berbagai konsentrasi HDPE.....	51
Gambar 21 : Grafik kelarutan dalam xilen pada berbagai konsentrasi HDPE...	52
Gambar 22 : Spektra IR kopolimer acak etilena propilena R110HO.....	53
Gambar 23 : Spektra IR HDPE.....	54
Gambar 24 : Spektra IR paduan R110HO dan HDPE dengan variasi konsentrasi (a) 5 % (b) 10 % (c) 15 % dan (d) 20 %.....	56
Gambar 25 : Termogram pemanasan DSC.....	57
Gambar 26 : Termogram pendinginan DSC.....	59

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Hasil pengukuran indeks cepat alir, derajat kekuningan, kekuatan tarik, perpanjangan, kekerasan, kelarutan xilen, <i>notched izod impact</i> , kekilapan, <i>gardner impact</i> , kekabutan....	65
Lampiran 2 : Perhitungan kelarutan dalam xilen, kekuatan tarik, <i>gardner impact</i> .....	69
Lampiran 3 : Analisis anova.....	71
Lampiran 4 : Spektra IR RI10HO, HDPE dan polipaduannya.....	85
Lampiran 5 : Termogram RI10HO, HDPE dan polipaduannya .....	91



**PENGARUH PENAMBAHAN *HIGH DENSITY*  
POLYETHYLENE (HDPE) TERHADAP SIFAT MEKANIK  
KOPOLIMER ACAK ETILENA PROPILENA (EPrC) UNTUK  
APLIKASI WADAH CAT**

**INTISARI**

Teguh Nugroho  
NIM : 01612017

Studi terhadap sifat mekanik kopolimer acak etilena propilena (EPrC) yang dipadukan dengan *High Density Polyethylene* (HDPE) telah dipelajari. Bahan polipaduan dibuat dengan mencampurkan kopolimer acak etilena propilena (EPrC) jenis RI10HO dan HDPE dengan variasi konsentrasi HDPE 0, 5, 10, 15 dan 20 %. Keduanya dipadukan menggunakan mesin ekstruder.

Hasil studi menunjukkan kenaikan nilai kekuatan tarik, *notched izod impact* dan *gardner impact* dengan bertambahnya konsentrasi HDPE. Akan tetapi, penambahan HDPE justru menurunkan nilai perpanjangan dan kekerasan bahan polipaduan EPrC-HDPE. Pada penambahan konsentrasi HDPE sebesar 20 % nilai kekuatan tarik, *notched izod impact* dan *gardner impact* bahan polipaduan mencapai nilai yang paling tinggi. Sedangkan untuk penambahan konsentrasi HDPE 0 % mencapai nilai perpanjangan yang maksimal. Dan untuk nilai kekerasan paling tinggi pada penambahan HDPE sebesar 5 %.

Kata kunci : Kopolimer acak etilena propilena, HDPE, polipaduan

**THE EFFECT OF HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)  
ADDITION ON MECHANICAL PROPERTIES OF ETHYLENE  
PROPYLENE RANDOM COPOLYMER (EPrC) FOR PAINT  
CONTAINER APPLICATION**

**ABSTRACT**

Teguh Nugroho  
NIM : 01612017

Study on mechanical properties of Ethylene Propylene random Copolymer (EPrC) that blended with High Density Polyethylene (HDPE) have been done. The polyblend was synthesized by mixing Ethylene Propylene random Copolymer (EPrC) grade RI10HO and HDPE, concentration of HDPE was varied to 0, 5, 10, 15 and 20 %. Both polyblend was blended using extruder machine.

The result of the study showed the increasing of tensile strength at yield, notched izod impact and gardner impact as the amount of HDPE increased. However, the addition of HDPE resulted in the decreased elongation and hardness of EPrC-HDPE polyblend. In addition of 20 % concentration HDPE, tensile strength at yield, notched izod impact and gardner impact reached higher value of polyblend. Whereas, in addition of 0 % concentration HDPE, elongation reached maximum value. And higher hardness value was in addition of 5 % concentration HDPE.

Keywords : Ethylene Propylene random Copolymer, HDPE, polyblend

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Perkembangan industri polimer saat ini semakin pesat. Aplikasi polimer yang sangat beragam menuntut pengembangan terhadap produk-produk polimer. Polimer yang banyak digunakan saat ini adalah poliolefin seperti polietilena dan polipropilena. Kedua polimer tersebut sampai saat ini menempati urutan teratas dalam aplikasi penggunaan polimer. Polietilena dan polipropilena merupakan material plastik yang banyak mengalami kemajuan semenjak ditemukannya sistem katalis Ziegler-Natta. Kedua polimer tersebut merupakan polimer jenis termoplastik yang mudah dibentuk menjadi berbagai produk jadi.

Polipropilena adalah polimer yang banyak digunakan untuk pembungkus, bentuk film, alat-alat rumah tangga hingga bagian alat-alat teknologi. Polipropilena banyak digunakan karena murah, mudah dicetak, tahan air serta tahan terhadap bahan kimia. Polipropilena memiliki sifat mekanik yang cukup baik yaitu kuat, namun polipropilena memiliki kelemahan yaitu getas (Wang, 1996).

Polietilena memiliki sifat mekanik yang hampir sama dengan polipropilena dimana polietilena memiliki sifat yang tangguh dalam menahan energi tumbuk namun kurang baik dalam kejernihan dibandingkan polipropilena (Wang, 1996).

PT Tri Polyta Indonesia selama ini telah memproduksi tiga jenis polipropilena yaitu homopolimer, kopolimer acak etilena-propilena (*random copolymer*) dan kopolimer blok (*block copolymer*). Masing-masing jenis memiliki *grade* yang berbeda-beda tergantung pada aplikasinya.

Salah satu aplikasi kopolimer acak etilena propilena adalah untuk pembuatan wadah (*container*) dengan kejernihan yang tinggi dan memiliki kekuatan impak yang lebih baik dari homopolimernya. Namun, karena sifatnya yang getas maka tidak baik jika digunakan untuk aplikasi pembuatan wadah yang membutuhkan ketahanan impak yang tinggi seperti wadah cat.

Salah satu cara untuk mengatasi kekurangan tersebut adalah dengan melakukan polipaduan (*polyblends*) dengan polimer jenis lain. Salah satu polimer yang bisa digunakan adalah polietilena yang memiliki kekuatan impak yang baik. Selama ini, telah dilakukan polipaduan untuk mendapatkan sifat yang lebih baik dari polimer penyusunannya, diantaranya adalah polipaduan antara polikarbonat (PC) dengan akrilonitril butadiena stirena (ABS), antara poliamida (PA) dengan ABS, antara polistirena (PS) dengan polibutadiena dan antara polietilena tereftalat (PET) dengan polivinil alkohol (PVA) yang dikenal dengan nama komersial *high impact polystyrene* (Coleman dkk, 1991). Kualitas hasil campuran sangat dipengaruhi oleh kompatibilitas, bentuk sistem fasa, dan ukuran serta cara pencampurannya (Jin dkk, 1988).

Dalam penelitian ini akan dilakukan polipaduan antara polipropilena (PP) jenis kopolimer acak etilena-propilena (EPrC) dengan polietilena (PE) jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) yang diharapkan mendapatkan produk

polipaduan yang memiliki kekuatan mekanik yang lebih baik. Pada penelitian ini akan dilihat seberapa besar pengaruh variasi penambahan polietilena terhadap sifat mekanik (*mechanical properties*) polipropilena yang meliputi kekuatan tarik (*tensile strenght at yield*), perpanjangan (*elongation*), kekerasan (*hardness*), *notched izod impact* dan *gardner impact*. Selain itu, dilihat pula sifat termalnya dengan menggunakan DSC (*Differential Scanning Calorimetry*) untuk mengetahui perubahan titik leleh ( $T_m$ ) dan titik kristalisasi ( $T_c$ ), serta analisis gugus fungsi menggunakan FTIR, untuk mengetahui perbedaan gugus fungsi yang terjadi sebelum dan setelah dilakukan paduan.

## 1.2 Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh variasi penambahan HDPE terhadap sifat mekanik kopolimer acak etilena-propilena (EPrC) ?
2. Berapakah konsentrasi penambahan HDPE yang memberikan sifat mekanik kopolimer acak etilena-propilena (EPrC) paling baik ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

- 1 Mengetahui pengaruh penambahan HDPE terhadap sifat mekanik kopolimer acak etilena-propilena (EPrC)
- 2 Mendapatkan konsentrasi penambahan HDPE yang memberikan sifat mekanik kopolimer acak etilena-propilena (EPrC) paling baik.

#### 1.4 Manfaat penelitian

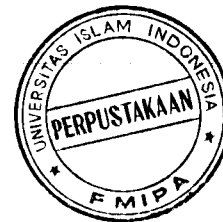
Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menjadi salah satu alternatif untuk mendapatkan polimer yang memiliki kekuatan mekanik yang lebih baik, serta dapat menjadi salah satu karya ilmiah yang dapat memberikan sumbangsih terhadap industri polimer guna memproduksi polimer yang memiliki sifat mekanik yang lebih baik.





## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA



Polipaduan merupakan pencampuran secara fisik bahan polimer yang berstruktur molekul tidak sama, dimana kekuatan kedua bahan polimer tersebut akan saling mempengaruhi dengan atau tanpa reaksi. Kualitas hasil campuran polipaduan sangat dipengaruhi oleh kompatibilitas, bentuk sistem fasa dan juga ukuran serta cara pencampurannya (Jin dkk., 1988). Beberapa penelitian tentang polipaduan antara polipropilena oksida (PPO) dengan polistirena (PS) diperoleh bahan polipaduan yang mempunyai sifat ketahanan panas yang tinggi dan tangguh (Ting dkk., 1980). Polipaduan antara poliuretan dengan akrilonitril butadiena stirena (ABS) akan didapatkan bahan yang mempunyai ketahanan abrasi dan tahan tumbukan, begitu juga antara tereftalat polibutilena (PBT) dengan ABS akan didapatkan bahan polipaduan yang tahan sifat kimia dan tahan tumbukan (Coleman dkk., 1991). Juga polipaduan antara polietilena (PE) dengan polivinil klorida (PVC) dengan penambahan karet butadiena didapatkan bahan polipaduan yang memiliki kekerasan yang tinggi (Sudirman dkk., 2003).

Mahajan dkk (1996) telah mempelajari kebiasaan termal dari campuran HDPE dengan homopolimer PP dan HDPE dengan kopolimer blok polipropilena (EPbC) dengan DSC. Pada penelitian Prabandono (2003) menunjukkan pengaruh penambahan LDPE terhadap unjuk kerja kopolimer acak polipropilena, dimana sifat mekanik polipropilena mengalami peningkatan dengan penambahan LDPE.

Sholehah (2004) meneliti efek penambahan LDPE dan LLDPE terhadap kopolimer acak polipropilena tidaklah selalu memperbaiki sifat viskoelastisitas campurannya serta makin naiknya konsentrasi LDPE dan LLDPE ternyata menurunkan kekuatan tarik (*tensile strenghtat yield*). Doroudiani dkk (1998) meneliti tentang proses dan karakterisasi mikroseluler paduan antara HDPE dan polipropilena isotaktik, dalam laporannya sifat mekanik pada khususnya kekuatan impak (*impact strenght*) paduannya meningkat secara signifikan dengan *foaming*. Ketangguhan polipropilena dapat ditingkatkan dengan memadukannya dengan elastomer olefin. Penambahan elastomer dapat meningkatkan ketangguhan namun menurunkan kekakuan dari polipropilena (Lotti dkk, 2000). Dari uraian di atas menunjukkan bahwa polipaduan dua polimer yang berbeda dapat menghasilkan bahan polipaduan yang memiliki sifat mekanik yang lebih baik dari polimer penyusunnya.

### BAB III

#### DASAR TEORI

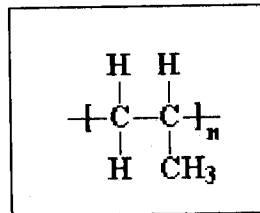
#### 3.1 Polipropilena

Molekul polipropilena terbentuk karena adanya ikatan antara molekul propilena. Polipropilena (PP) diproduksi pertama kali oleh G. Natta, dengan melanjutkan penelitian dari K. Ziegler pada tahun 1954. Makromolekul polipropilena terdiri dari 10.000 sampai 20.000 unit monomer (Tripathi, 2002) Menurut Bilmeyer (1984) polipropilena merupakan salah satu polimer termoplastik. Berdasarkan stereokimianya, polipropilena memiliki susunan molekul yang asimetris pada rantai utamanya dimana gugus metil ( $\text{CH}_3$ ) dapat berada dalam satu bidang atau berada dalam bidang yang berlainan dengan bidang rantai utama. Perbedaan stereokimia dari gugus metil dapat berakibat langsung terhadap sifat-sifat polimer yang dihasilkan seperti sifat fisik, kimia dan mekanik (Bilmeyer, 1984). Beberapa sifat fisik polipropilena dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Sifat fisik polipropilena

Sifat	Metode ASTM	Nilai
Kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ )	D 792	0.902 – 0.906
Titik leleh ( $^{\circ}\text{C}$ )		165
Indeks refraktif ( $n_D^{25}$ )	D 542	1.49
Kekuatan tarik (psi)	D 638	4300 – 5500
Perpanjangan (%)	D 638	200 – 700
Tensile modulus ( $10^5$ psi)	D 638	1.6 – 2.3
Impact strength (ft.lb/in.of notch)	D 256	100 – 800

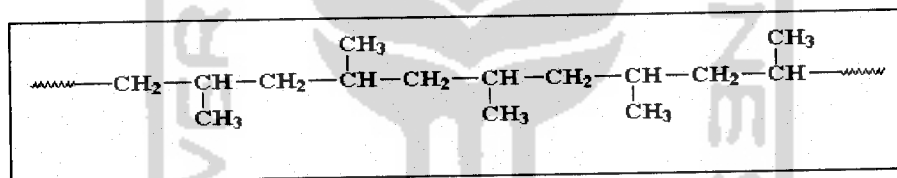
Sumber : Bilmeyer, 1984



Gambar 1. Struktur polipropilena

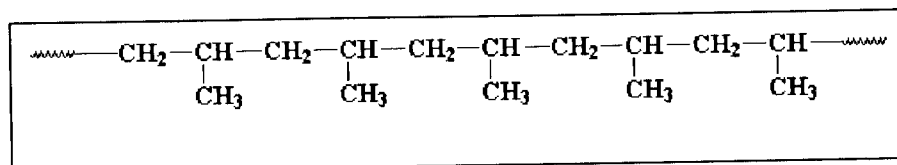
Menurut Treloar (1970) terdapat tiga jenis konfigurasi molekul polipropilena yaitu :

- a. Ataktik, dimana posisi gugus metil tersusun secara tidak teratur atau bersifat acak, jika dibandingkan terhadap bidang rantai utama.



Gambar 2. Struktur polipropilena ataktik

- b. Sindiotaktik, dimana posisi gugus metil tersusun secara selang-seling dan teratur terhadap bidang rantai utama
- c. Isotaktik, posisi gugus metil tersusun searah atau berlawanan dengan bidang rantai utama.



Gambar 3. Struktur polipropilena isotaktik

Dalam dunia industri, untuk menghasilkan plastik yang berkualitas tinggi biasanya digunakan polipropilena dengan kandungan isotaktik yang tinggi,

mencapai 96 – 97% isotaktik dan 3-4% ataktik. Kandungan polipropilena ataktik dalam jumlah tersebut diperlukan untuk meningkatkan kekuatan impak, akan tetapi jika kandungan ataktik terlalu banyak maka polimer yang dihasilkan akan bersifat lunak dan kekuatan tariknya menjadi berkurang (Anggraeni, 2003). Metode yang sering digunakan untuk menentukan taktisitas polipropilena adalah dengan cara menghitung % XS (*Xylene Soluble*), yaitu dengan melarutkan polimer dalam xilen mendidih, sehingga fraksi isotaktik akan terendapkan, sedangkan fraksi ataktik yang tertinggal di dalam larutan dinyatakan dalam % XS.

### 3.1.2 Jenis-jenis Polipropilena

Berdasarkan jumlah dan jenis monomer penyusunnya, ada tiga jenis polipropilena yang diproduksi secara komersial oleh PT Tri Polyta Indonesia, yaitu homopolimer, kopolimer acak (*random copolymer*), dan kopolimer blok (*impact copolymer*).

Homopolimer polipropilena hanya terdiri dari monomer propilena. Homopolimer PP ini memiliki banyak aplikasi seperti untuk film, *blow molding*, *injection molding*, dan *oriented PP*. Homopolimer PP pada umumnya digunakan untuk aplikasi yang memerlukan karakter kekuatan tarik, kekakuan dan kekerasan yang tinggi (Anggraeni, 2003).

Menurut Kissel dkk (2003), kopolimer acak etilena propilena dibuat dengan menambahkan etilena dalam proporsi tertentu, biasanya 7 - 10%. Kopolimerisasi dengan etilena mengubah sifat dari rantai polimer secara signifikan dan menghasilkan produk polimer termoplastik yang memiliki

kekuatan impak (*impact strength*) dan kejernihan (*clarity*) yang lebih baik dari homopolimer.

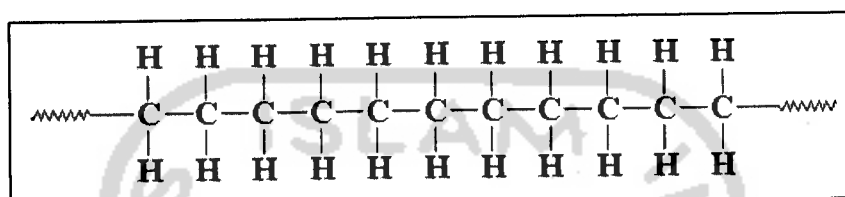
Kopolimer blok polipropilena adalah campuran fisik dari homopolimer PP dan *Ethylene-propylene rubber* (EPR), dimana keseluruhan campuran memiliki kandungan etilena sebesar 6 – 15 % b/b. Kopolimer blok PP dijual ke pasaran untuk aplikasi tertentu yang memerlukan ketahanan impak (*impact resistance*) yang tinggi dan memiliki sifat mekanik yang lebih baik pada temperatur rendah (Kissel dkk, 2003). Kopolimer blok polipropilena dibuat dengan menambahkan lapisan etilena-propilena dalam fase karet (*rubbery*) pada permukaan matriks homopolimer semikristalin (Anggraeni, 2003).

### 3.2 Polietilena

Polietilena pertama kali dibuat di laboratorium *Imperial Chemical Industries Ltd.*, Inggris, secara tidak sengaja ketika monomer etilena berada pada tekanan 1400 atm dan temperatur 170 °C. Adanya sisa oksigen pada udara menginisiasi terjadinya polimerisasi. Fenomena ini pertama kali dijelaskan oleh E.W. Fawcett pada tahun 1936 (Billmeyer, 1984). Ada beberapa jenis polietilena komersial yang umum dikenal yaitu :

- a. *Low Density Polyethylene* (LDPE) atau polietilena yang memiliki struktur rantai bercabang.
- b. *High Density Polyethylene* (HDPE) atau polietilena yang memiliki struktur rantai linier.

- c. *Linier Low Density Polyethylene* (LLDPE), yang merupakan kopolimer etilena dengan  $\alpha$ -olefin (alkena) seperti butena, heksana atau oktana.



Gambar 4. Struktur polietilena

### 3.2.1 *High Density Polyethylene* (HDPE)

*High Density Polyethylene* (HDPE) merupakan polietilena (PE) linier dengan komposisi  $(\text{CH}_2)_n$  yang tersusun secara teratur. Molekul-molekul HDPE selalu mengandung sedikit cabang ikatan sebagai hasil samping reaksi. HDPE diproduksi dengan proses reaksi bertekanan rendah antara 5-140 kg/cm<sup>2</sup> dengan temperatur berkisar antara 60-300 °C menggunakan katalis Ziegler-Natta (Zulkifli,1997).

*High Density Polyethylene* (HDPE) terdiri atas lebih dari 90 % bagian kristal, dengan titik leleh diatas 127 °C (biasanya 135 °C), dan densitasnya antara 0,95-0,97 g/cm<sup>3</sup> (Billmeyer,1984). *High Density Polyethylene* (HDPE) banyak digunakan untuk aplikasi seperti, pipa-pipa bertekanan, *blow film* maupun *blow molding*, *injection molding* dan *monofilament* (Zulkifli,1997). Beberapa sifat fisik HDPE dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Sifat Fisik *High Density Polyethylene* (HDPE)

Sifat	Metode ASTM	HDPE
Kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ )	D 792	0,941-0,965
Titik Leleh ( $^{\circ}\text{C}$ )		135
Indeks refraktif ( $n_D^{25}$ )	D 542	1,54
Kekuatan Tarik (psi)	D 638	3100-5500
Perpanjangan (%)	D 638	20-1000
<i>Tensile Modulus (105 psi)</i>	D 638	0,6-1,8
<i>Impact Strenght (ft.lb/in.of.notch)</i>	D 256	0,5-2,0

Sumber : Billmeyer,1984

### 3.3 Karakterisasi Polimer

Karakterisasi polimer dilakukan untuk menentukan kualitas dan jenis aplikasi dari polimer tersebut. Beberapa analisis yang sering dilakukan adalah analisis sifat reologis, sifat fisik dan mekanik, sifat optik dan sifat termal.

#### 3.3.1 Sifat Reologis

Reologi adalah ilmu yang mempelajari deformasi dan sifat alir suatu material (Billmeyer,1984). Sifat reologis ini penting untuk mengetahui kondisi pemrosesan maupun aplikasi dari polimer. Salah satu istilah untuk penentuan sifat reologis polimer adalah indeks cepat alir (*melt flow index*). Indeks cepat alir merupakan suatu metode sederhana untuk menyatakan karakteristik aliran polimer yang akan mempermudah kondisi pemrosesan polimer yang sesuai dengan polimer tersebut, karena indeks cepat alir berkaitan erat dengan berat molekul rata-rata dan juga distribusi berat molekul. Dalam hal ini, indeks cepat alir yang besar merupakan indikasi bahwa polimer tersebut memiliki berat molekul yang



rendah, dan sebaliknya indeks cepat alir yang kecil merupakan indikator bahwa polimer tersebut memiliki berat molekul yang tinggi.

### 3.3.2 Sifat mekanik

Pengukuran sifat mekanik (*mechanical properties*) diperlukan untuk melihat kekakuan, kekuatan dan ketangguhan. Kekakuan dalam termoplastik yang berperan adalah kristalinitas dan kekuatan ikatan sekunder. Kekuatan hampir mirip dengan ketangguhan, dalam termoplastik antara ikatan kovalen intrarantai dan ikatan sekunder interrantai memberikan kontribusi pada kekuatan. Kristalinitas juga mempengaruhi kekuatan, makin kristalin maka derajat kristalisasi semakin tinggi sehingga menambah kekuatan polimer. Ketangguhan adalah sebuah pengukuran dari energi yang dapat diserap sebelum sampel pecah. Sebuah material kuat tapi tidak tangguh disebut getas (Prabandono, 2003). Beberapa parameter yang digunakan untuk mengetahui sifat mekanik dari polimer antara lain :

a. Kekuatan tarik (*tensile strenght at yield*) dan perpanjangan (*elongation*)

Kekuatan tarik merupakan salah satu sifat mekanik yang sangat diperlukan dalam produk jadi polimer. Pengukuran dilakukan untuk menentukan daya regang polimer yang berfungsi sebagai kontrol dan spesifikasi dari plastik. Perpanjangan merupakan pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perpanjangan produk polimer setelah dilakukan penarikan.

b. *Notched izod impact*

Merupakan salah satu pengujian yang menguji ketahanan polimer terhadap tumbukan dari ayunan pendulum. *Izod impact* didefinisikan sebagai energi kinetik yang dibutuhkan untuk memulai peretakan dan dilanjutkan sampai spesimen rusak/patah. Spesimen izod terlebih dahulu ditakik (*notch*) untuk mencegah deformasi spesimen sebelum tumbukan.

c. Kekerasan (*Hardness*)

Kekerasan merupakan ketahanan suatu material terhadap deformasi permukaan, lekukan, ataupun penarikan. Kekerasan juga diartikan sebagai ketahanan suatu material terhadap penetrasi lokal, abrasi, dan *yielding*.

d. *Gardner Impact*

Merupakan sifat mekanik polimer untuk melihat ketahanan polimer terhadap tumbukan. Berbeda dengan *izod impact* untuk *gardner impact* spesimen tidak perlu ditakik terlebih dahulu. *Gardner impact* adalah pengujian untuk menentukan standar kualitas ketahanan tumbukan pada permukaan material.

### 3.3.3 Sifat optik

Sifat optik polimer secara umum melibatkan bagaimana cara material plastik tersebut berinteraksi dengan suatu sinar atau cahaya. Beberapa karakteristik polimer yang berhubungan dengan sifat optik antara lain kekabutan (*% haze*), kekilapan (*% gloss*) dan derajat kekuningan (*yellowness index*).

a. Kekabutan (% Haze)

Suatu metode standar untuk mengetahui kemampuan material dalam melewatkan cahaya adalah pengukuran kekabutan. Kekabutan digunakan untuk mengetahui seberapa besar suatu material yang *hazy* (buram) dapat meneruskan cahaya yang melewatinya. Semakin buram suatu material, maka cahaya yang diteruskannya akan semakin kabur atau (membaur). Alat yang digunakan untuk menghitung kekabutan adalah *hazemeter* (Anggraeni, 2003).

b. Kekilapan (% Gloss)

Kemampuan material untuk memantulkan cahaya bergantung pada indeks refraksi dari material. Banyaknya cahaya yang dipantulkan oleh suatu permukaan plastik dapat ditentukan dengan mengetahui kekilapan (Strong, 2000). Alat yang digunakan untuk mengukur kekilapan adalah *glossmeter*.

c. Derajat kekuningan (*yellowness index*)

Metode pengukuran derajat kekuningan bertujuan untuk menentukan perubahan derajat kekuningan suatu material plastik apabila material tersebut disinari oleh cahaya dengan panjang gelombang 570-580 nm. Semakin kecil nilai YI maka polimer tersebut semakin berwarna putih, sebaliknya semakin besar nilai YI menunjukkan polimer tersebut cenderung berwarna kuning. Alat yang digunakan adalah *colorgard gardner*.

### 3.3.4 Sifat termal

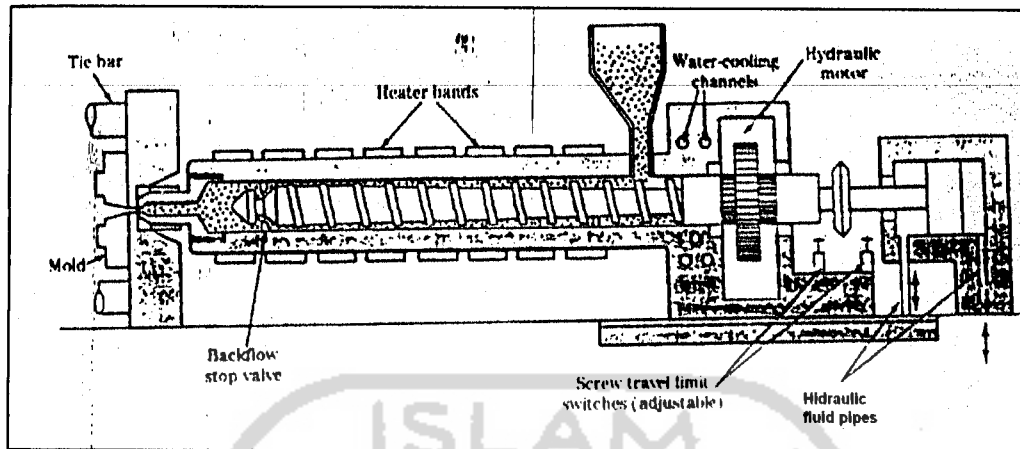
Analisis termal merupakan analisis yang digunakan untuk menentukan titik leleh ( $T_m$ ), temperatur kristalisasi ( $T_c$ ) dan temperatur transisi gelas ( $T_g$ ). Salah satu teknik yang digunakan adalah dengan menggunakan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC). Analisis termal differensial merupakan teknik dimana temperatur sampel dibandingkan terhadap temperatur material pembanding yang bersifat inert selama dilakukan perubahan temperatur.

## 3.4 Pemrosesan polimer

Pemrosesan polimer biasanya dilakukan pada temperatur yang tinggi dan melebihi temperatur lelehnya. Ada beberapa metode pemrosesan polimer yang sering digunakan untuk mengubah polimer (baik resin maupun *pellet*) menjadi produk jadi seperti mainan atau peralatan rumah tangga, diantaranya ekstrusi, *film extrusion* dan *injection molding*.

### 3.4.1 *Injection Molding*

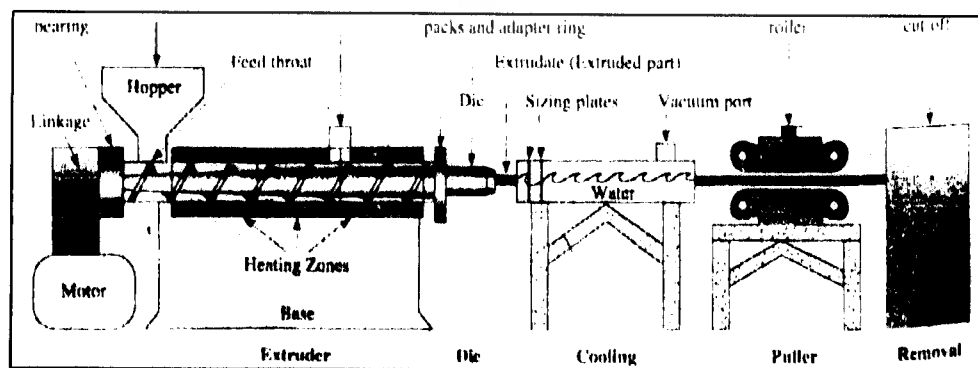
*Injection molding* merupakan salah satu metode pemrosesan yang digunakan untuk proses akhir polimer. Mesin *injection molding* yang modern menggunakan komponen skrup silinder yang berputar untuk melelehkan plastik dan menginjeksikannya ke dalam suatu *mold* (cetakan) (Smith,1996). Skema alat dari mesin *injection molding* adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Mesin *injection molding* (Smith, 1996)

### 3.4.2 Ekstrusi

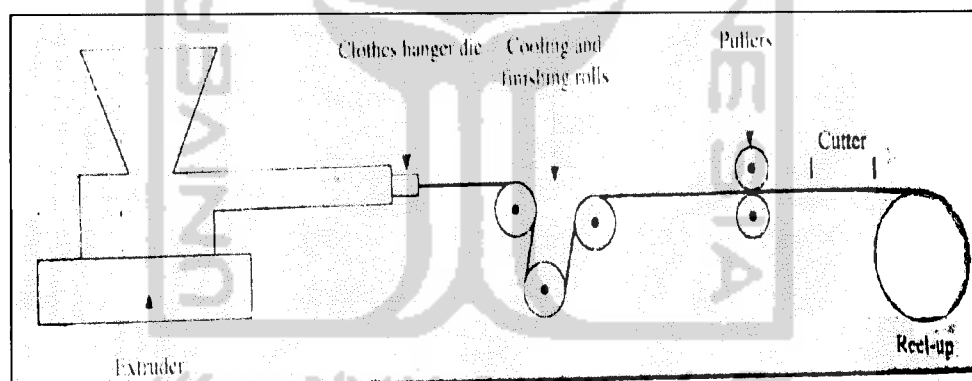
Ekstrusi merupakan metode pemrosesan polimer termoplastik yang penting selain *injection molding*. Dalam proses ekstrusi, polimer didorong secara kontinu melewati skrup yang berada pada daerah dengan temperatur dan tekanan yang tinggi, dimana pada daerah ini polimer dilelehkan dan dikompaksi, kemudian dituang dalam cetakan, sehingga diperoleh bentuk tertentu (Smith, 1996; Strong, 2000). Skema alat ekstrusi dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 6. Skema ekstruder (Strong, 2000)

### 3.4.3 Pembuatan Film

Pada pembuatan film, polimer dilelehkan terlebih dahulu dalam ekstruder dan lelehan yang keluar dari *die* ditarik oleh *rollers* yang berputar dengan kecepatan tertentu sesuai dengan ketebalan film yang diinginkan. Ketebalan film dapat juga ditentukan dengan mengatur kecepatan lelehan polimer yang keluar dari *die*. Semakin cepat putaran *roller*, film yang dihasilkan akan semakin tipis, dan sebaliknya semakin cepat lelehan polimer keluar dari *die*, ketebalan film akan semakin besar (Strong, 2000). Skema alat *cast film extrusion* dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 7. Skema alat *cast film extrusion* (Strong, 2000)

### 3.5 Polipaduan

Bahan polipaduan (*polyblend*) adalah pencampuran secara fisik dari bahan polimer yang berstruktur tidak sama, dimana kekuatan kedua bahan polimer tersebut akan saling mempengaruhi tanpa adanya ikatan kovalen. Teknik yang sudah biasa dilakukan untuk pengolahan paduan polimer adalah melelehkan,

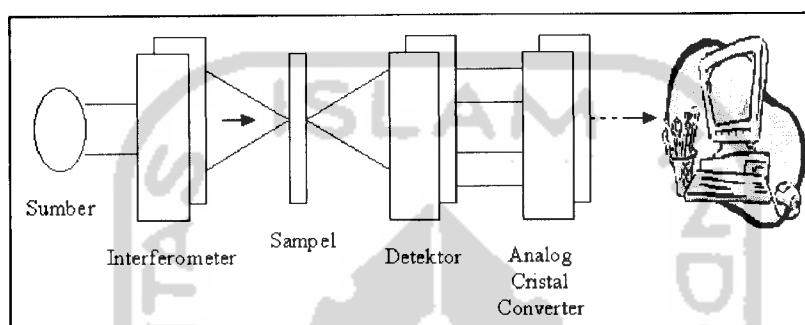
mencampurkan, menuangkan pelarut yang ada, membekukan/mengeringkan dan pencampuran dengan reaksi (Pujiono,2000).

Dalam perkembangannya telah dikenal ada dua jenis bahan polipaduan, yaitu paduan yang dapat bercampur (*miscible blend*) dan paduan yang tidak dapat bercampur (*immiscible blend*). Dari kedua jenis polipaduan tersebut telah banyak diketahui dan dimanfaatkan secara komersial. Sebagai contoh paduan yang dapat bercampur yang banyak digunakan secara komersial adalah paduan antara polistirena (PS) dengan polipropilena oksida (PPO), yang menghasilkan paduan dengan ketahanan panas yang tinggi, lebih mudah diproses dan lebih tangguh (Tingg,1980). Sedangkan untuk paduan tak dapat bercampur adalah paduan antara polietilena tereftalat (PET) dengan polivinil alkohol (PVA) atau dikenal dengan nama komersial *high impact polystyrene* (Coleman dkk,1991).

### 3.6 *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*

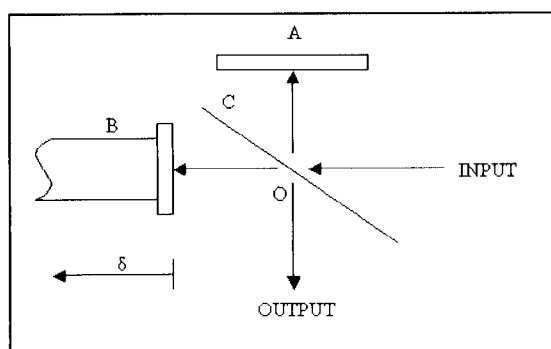
Daerah infra merah (infra artinya di bawah) meliputi infra merah dekat (*Near infrared, NIR*) antara 20.000 s/d 4000  $\text{cm}^{-1}$  atau 0,5 s/d 2,5  $\mu\text{m}$ , IR tengah 4000 s/d 400  $\text{cm}^{-1}$  atau 2,5 – 25  $\mu\text{m}$  dan IR jauh (*Far Infrared, FIR*) berada pada 400 s/d 10  $\text{cm}^{-1}$  atau 25 – 1000  $\mu\text{m}$ . Bagian molekul yang sesuai bila berinteraksi dengan sinar IR adalah ikatan di dalam molekul. Proses interaksinya menghasilkan eksitasi energi vibrasi. Dalam aturan seleksi, proses interaksi positif ( yang menyerap sinar IR ) hanya terjadi pada molekul yang perubahan momen dipolnya tidak sama dengan nol atau disebut IR aktif. Sedangkan yang perubahan momen dipolnya sama dengan nol misalnya molekul nitrogen tidak dapat

menyerap sinar IR atau disebut IR tidak aktif Fungsi utama dari spektrometri IR adalah untuk mengenal struktur molekul khususnya gugus fungsional beserta lingkungannya. Skema peralatan IR ditunjukkan pada gambar berikut ini :



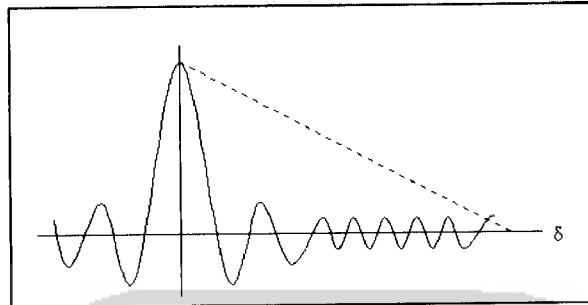
Gambar 8. Skema peralatan FTIR

FTIR menggunakan interferometer pada bagian terakhir. Ada tiga bagian utama dari interferometer yaitu cermin tetap (A), cermin bergerak (B) dan penjatah sinar (C). Pusat penjatah sinar adalah O. Sinar dibagi dua pada O. Bagian satu dilewatkan pada cermin tetap A kemudian kembali, sedangkan bagian yang lain dilewatkan pada cermin B dan kembali. Kedua berkas digabung kembali di O. Skema interferometer Michelson dan keluaran sinar interferensinya dapat dilihat pada gambar 9 dan gambar 10 :



Gambar 9. Skema interferometer Michelson

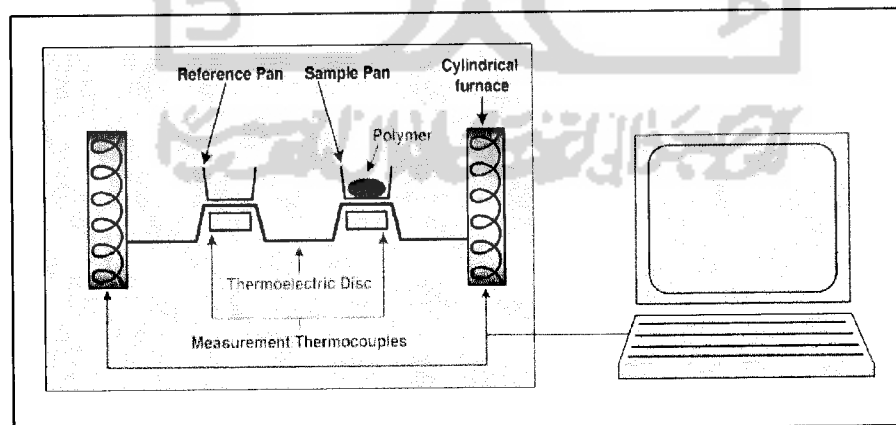




Gambar 10. Keluaran sinar interferensi interferometer Michelson

### 3.7 Differential Scanning Calorimetry (DSC)

*Differential Scanning Calorimetry* (DSC) banyak digunakan untuk mengkarakterisasi sifat termofisik dari polimer. DSC dapat mengukur sifat penting termoplastik seperti titik leleh ( $T_m$ ), panas peleburan, persen kristalinitas, temperatur transisi gelas ( $T_g$ ), dan polipaduan (*polymer blends*) (Casassa dan Sichina, 2001). Skema alat disajikan pada gambar berikut :



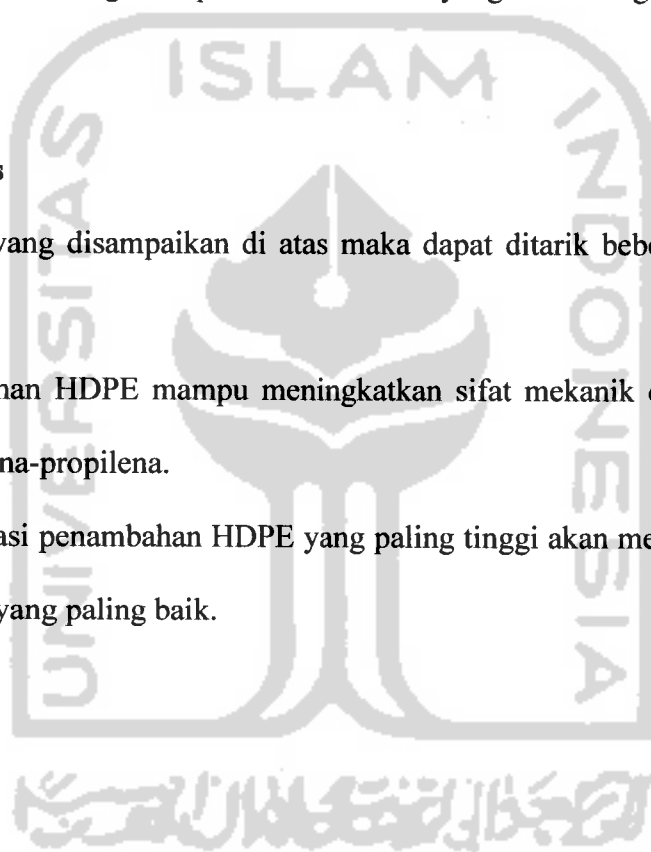
Gambar 11. Skema alat *Differential Scanning Calorimetry*

Alat terdiri dari dua bagian *furnace* (pemanas). Salah satu bagian merupakan tempat sampel, dan bagian lain merupakan tempat referensi. Terhadap sampel dan referensi akan dikenakan kenaikan temperatur sehingga masing-masing akan mengalami perubahan energi. Perbedaan energi antara sampel dan referensi menghasilkan grafik perubahan termal yang sebanding dengan panas laten bahan.

### 3.8 Hipotesis

Dari uraian yang disampaikan di atas maka dapat ditarik beberapa hipotesis yaitu :

1. Penambahan HDPE mampu meningkatkan sifat mekanik dari kopolimer acak etilena-propilena.
2. Konsentrasi penambahan HDPE yang paling tinggi akan memberikan sifat mekanik yang paling baik.



## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN



Pada penelitian ini, digunakan *pellet* (pelet) polipropilena jenis kopolimer acak etilena propilena (RI10HO) yang diproduksi oleh PT Tri Polyta Indonesia dan pelet polietilena jenis HDPE yang diproduksi oleh PT Chandra Asri Petro Chemical Centre (CAPC). Penelitian ini, terdiri dari beberapa tahap, yaitu :

1. Tahap formulasi, yaitu tahap pencampuran pelet kopolimer acak etilena propilena dan HDPE dengan variasi konsentrasi yang berbeda.
2. Tahap ekstrusi, yaitu merupakan pembentukan pelet baru dari hasil pencampuran pelet kopolimer acak etilena propilena dan HDPE. Pada tahap ini dilakukan ekstrusi. Tahap ini diharapkan dapat mencampur pelet RI10HO dan HDPE secara homogen.
3. Tahap penentuan indeks cepat alir, yaitu tahap untuk mengetahui kecepatan alir polimer. Harga indeks cepat alir yang diperoleh digunakan untuk mengatur suhu serta tekanan pada saat pembuatan spesimen untuk alat *injection molding* dan *film extruder*.
4. Tahap pembuatan spesimen, merupakan tahap pembuatan sampel untuk analisis. Alat yang digunakan dalam pembuatan spesimen ini ialah *injection molding*, *film extruder*, dan mesin pres.
5. Tahap penentuan karakteristik, yaitu meliputi penentuan kelarutan xilen, kekuatan tarik, perpanjangan, kekerasan, *gardner impact*, *notched izod*

*impact*, kekilapan, kekabutan, derajat kekuningan (YI), analisis termal dengan DSC, dan analisis gugus fungsi dengan FTIR.

#### 4.1 Tahap formulasi sampel

Bahan : a. Pelet kopolimer acak etilena propilena *grade* RI10HO  
 b. Pelet *High Density Polyethylene* (HDPE)

Alat : a. Neraca analitik  
 b. *Mixer “Teledyne Readco”* yang dilengkapi dengan *program Control Setting*

Cara Kerja :

1. Untuk setiap sampel dilakukan pencampuran dengan perbandingan konsentrasi untuk setiap pelet sebagai berikut :

Tabel 3. Formulasi sampel

Polimer	Formula				
	I	II	III	IV	V
RI10HO	100%	95%	90%	85%	80%
HDPE	0%	5%	10%	15%	20%

2. Setiap formula ditimbang seberat 4 kg.
3. Lalu masing-masing formula dicampur agar merata dengan menggunakan *Mixer “Teledyne Readco”* yang dilengkapi dengan *program Control Setting*.

## 4.2 Tahap peletasi

Bahan : Pelet RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi.

- Alat :
- a. Mesin ekstruder, “*Killion Extruder*”, dari *CEDAR GROOVE*, New Jersey, model KN-150 yang dilengkapi dengan *N<sub>2</sub> blanket*.
  - b. *Pelletizer* yang dilengkapi dengan *waterbath* dan *feed roll* dengan *speed motor* yang bervariasi sesuai dengan keperluan.

Cara Kerja :

1. Kondisi ekstruder diatur sebagai berikut :

Tabel 4. Kondisi mesin ekstruder (*pelletizer*)

Parameter	Kondisi
Temperatur <i>Zone 1</i>	215 °C
Temperatur <i>Zone 2</i>	230 °C
Temperatur <i>Zone 3</i>	230 °C
Temperatur <i>Clamp Ring</i>	230 °C
Temperatur <i>Die</i>	230 °C
Tekanan	900-1500 Psi

2. Ekstruder di-*flushing* sampai benar-benar bersih dengan menggunakan pelet polipropilena sisa.
3. Setelah kondisi alat yang diinginkan tercapai, dilakukan *flushing* kembali.
4. Sistem *pelletizer* yang dilengkapi dengan sistem pendingin air, serta *N<sub>2</sub> blanket* dipasang.
5. Setelah itu, dilakukan *flushing* lagi dengan menggunakan sampel yang akan diekstrusi.
6. *Speed pelletizer* dan *speed ekstruder* diatur.

7. Pelet yang telah diformulasi dimasukkan ke dalam ekstruder melalui *hopper*.
8. Pelet hasil ekstrusi dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam kantong plastik.

#### 4.3 Tahap penentuan indeks cepat alir

Bahan : a. Pelet RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi

b. Heksadekana atau *Heavy Destilate*

Alat : *Melt Indexer "Tinius-Olsen" Extrusion Plastomer"*

Cara kerja :

1. Sampel dimasukkan ke dalam *barrel* dan dimampatkan sampai tidak ada udara di dalam *barrel*.
2. Piston dimasukkan ke dalam *barrel*, lalu beban di letakkan di atas piston.
3. Tekan *start*, *enter*, *start* secara berurutan pada alat untuk menjalankan program pra pemanasan.
4. Pra pemanasan dilakukan selama 300 detik. Setelah pra pemanasan selesai, posisi detektor digeser tepat di bawah beban.
5. Perhitungan cepat alir secara otomatis akan diukur oleh alat pada saat beban menyentuh detektor.
6. Setelah pengukuran selesai, beban ditekan ke bawah untuk mengeluarkan sisa lelehan polimer yang ada di dalam *barrel*. Lalu dilakukan pembersihan *barrel*, piston, dan *orifice* dengan menggunakan kain *cotton flannel* dan cairan heksadekana.

7. Kondisi pengukuran untuk menentukan indeks cepat alir.

Tabel 5. Kondisi pengukuran indeks cepat alir

Parameter	Kondisi
Berat <i>piston</i>	100 g
Berat beban	2,06 Kg
Temperatur pengukuran	230 °C
<i>Piston travel cup</i>	25,4 mm
Waktu pra pemanasan	300 detik
Diameter <i>orifice</i>	0.0825 ± 0,0002 inchi
Panjang <i>orifice</i>	0,315 ± 0,001 inchi

#### 4.4 Tahap pembuatan spesimen

##### 4.4.1 Pembuatan spesimen *injection molding*

Bahan : a. Pelet RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi  
b. Pelet polipropilena sisa

Alat : Mesin *Injection Molding* tipe *Arburg Allrounder* 221-55-250  
dengan silinder 25 mm.

Cara kerja

1. Kondisi mesin *injection molding* diatur sebagai berikut :

Tabel 6. Kondisi mesin *injection molding*

Parameter	Suhu
Temperatur <i>Nozzle</i>	235 °C
Temperatur <i>Zone 1</i>	230 °C
Temperatur <i>Zone 2</i>	225 °C
Temperatur <i>Zone 3</i>	220 °C

2. Mesin *injection molding* di-*flushing* dengan menggunakan pelet polipropilena sisa. Lalu didiamkan sampai kondisi alat sesuai dengan yang diharapkan.
3. Setelah kondisi alat yang diinginkan tercapai, dilakukan *flushing* kembali.
4. Pendingin dinyalakan, lalu *flushing* dilakukan kembali dengan menggunakan sampel yang akan diinjeksi.
5. Pelet yang telah diformulasi, dimasukkan ke dalam mesin *injection molding* melalui *hopper*.
6. Lalu tekanan injeksi diatur agar dapat menghasilkan cetakan sesuai dengan yang diinginkan.

#### 4.4.2 Pembuatan spesimen *film extruder*

- Bahan : a. Pelet RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi  
 b. Pelet polipropilena sisa
- Alat : *Film Killion Extruder*, Inc Model KL-100
- Cara kerja

1. Kondisi ekstruder diatur sebagai berikut :

Tabel 7. Kondisi mesin ekstruder (*film extruder*)

Parameter	kondisi
Temperatur <i>Die</i>	230 °C
Temperatur Adaptor	230 °C
Temperatur <i>Zone 3</i>	230 °C
Temperatur <i>Zone 2</i>	230 °C
Temperatur <i>Zone 1</i>	215 °C
Ketebalan <i>film</i>	100 $\mu$



2. Dilakukan *flushing* untuk membersihkan bagian dalam ekstruder dengan menggunakan pelet polipropilena sisa. Lalu dilakukan *flushing* kembali dengan menggunakan pelet sampel.
3. Atur putaran *rollers* agar memperoleh ketebalan sesuai dengan yang diinginkan.
4. Pelet dimasukkan ke dalam *hopper*, kemudian dilakukan ekstrusi.
5. Film yang dihasilkan digulung sesuai keperluan.

#### 4.4.3 Pembuatan spesimen pres

- Bahan : Pelet RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi
- Alat : a. Mesin pres dengan temperatur dan *timer setting*  
b. Aluminium foil  
c. Baki aluminium  
d. Cetakan berbentuk persegi  
e. Cetakan berbentuk disk

Cara kerja :

1. Dalam pembuatan spesimen pres ini ada dua bentuk, yaitu bentuk disk pres dan bentuk film pres.
2. Aluminium foil diletakkan pada baki aluminium sesuai dengan ukuran cetakan film yang digunakan
3. Sejumlah pelet diletakkan di atas cetakan film dan ditutup kembali dengan aluminium foil, kemudian ditutup dengan baki aluminium.

4. Sampel diletakkan dalam mesin pres, kemudian dipres selama kurang lebih 2 menit.
5. Setelah proses pemanasan baki aluminium dipindahkan ke bagian pendingin, kemudian dipres lagi selama 2 menit.
6. Sampel film hasil pres dikeluarkan dari baki, dan film dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

#### 4.5 Tahap penentuan karakteristik

##### 4.5.1 Analisis kelarutan dalam xilen

- Bahan :
- a. Xilen
  - b. Pelet RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi (sampel)
  - c. Kertas saring whatman 2
  - d. Nitrogen
- Alat :
- a. Cawan
  - b. Cincin pemberat untuk labu Erlenmeyer
  - c. *Constant temperature bath*  $25 \pm 0,5$  °C (*water bath*)
  - d. Desikator
  - e. Erlenmeyer 500 mL
  - f. *Explosion proff hot plate*
  - g. Gelas beker 250 mL
  - h. *Magnetic stirrer/hot plate*
  - i. *Reflux condenser* Allihan 300 mL *Jacket*
  - j. Sarung tangan tahan pelarut

- k. *Stirring bar*
- l. Timbangan analitik
- m. Vakum oven
- n. *Wire tripod*

Cara kerja :

1. Timbang  $2 \pm 0,1$  gram sampel, dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500mL .
2. Ditambahkan 200 mL xilen yang sudah distabilisasi. Berat sampel dicatat sampai empat desimal.
3. Nitrogen dialirkan ke labu, kemudian *condenser* aduk dengan *magnetic stirrer* di pasang dan diatur panas di bawah titik didih.
4. Dipanaskan selama 45 menit sampai 1 jam agar sampel larut dengan sempurna.
5. Matikan *stirrer* dan biarkan labu terpasang dengan *condenser* dan tahan dengan *wire tripod*. Biarkan labu menjadi dingin selama 15 menit.
6. Lepaskan labu dari *condenser*, tutup dengan *glass stopper* dan letakkan pada *water bath*  $25^{\circ}\text{C}$  dengan menggunakan cincin pemberat agar labu tertanam/terendam. Biarkan selama 45 menit.
7. Pindahkan labu dari *water bath* dan saring isinya dengan corong yang dilengkapi dengan kertas saring whatman 2 ke dalam gelas beker. Kocok isinya sebelum disaring.
8. Dengan menggunakan pipet yang bersih, pindahkan 100 mL filtrate ke dalam cawan aluminium yang telah ditimbang ( $W_1$ ).

9. Uapkan filtrat sampai kering dengan *explosion proof hot plate* di bawah aliran nitrogen.
10. Lanjutkan pengeringan dengan memindahkan sampel ke dalam vacuum oven pada 100°C dengan purce nitrogen selama 45 menit
11. Keluarkan cawan, dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan timbang (W2).

Perhitungan :

$$\% XS : \frac{2(W2 - W1) - B}{A} \times 100\%$$

Dimana : XS = *Xylene Soluble*

W1 = berat cawan aluminium

W2 = berat cawan aluminium + residu filtrat

B = berat blanko

A = berat sampel

#### 4.5.2 Pengukuran kekuatan tarik dan perpanjangan

Bahan : Spesimen *dumbbell injection molding* dari pelet RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi

Alat : a. *Shimadzu Tensile Tester Autograph Type AG-5KNE*

: b. gunting, penggaris dan alat untuk mengukur ketebalan

Cara kerja :

1. Spesimen dalam bentuk *dumbbell* diukur lebar dan tebalnya.
2. Pasang *grip* khusus untuk pengukuran kekuatan tarik dan perpanjangan

3. Atur kondisi alat sebagai berikut :

Tabel 8. Kondisi alat *Tensile Tester Autograph*

Pengaturan	Kondisi
Load	A
Range	2
Polarity	Normal
perpindahan	14,0 mm
loading direct	Down
Control	Return

4. Jalankan alat, catat pembacaan "LOAD" dan pembacaan "POSITION" (*elongation*) pada alat.

Perhitungan : *Kekuatan tarik* : 
$$\frac{\text{load} \times 100}{\text{tebal} \times \text{lebar} \times 9,81}$$

Dimana Load : nilai yang tertera pada alat ( N )

Tebal: tebal spesimen *dumbell*

Lebar: lebar spesimen *dumbell*

#### 4.5.3 Pengukuran kekerasan

Bahan : Spesimen disk *injection molding* dari pelet RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi

Alat : *Matsuzawa Rockwell Type Hardness Tester*

Cara kerja :

1. Alat dihidupkan dan ditunggu selama 30 menit sampai alat stabil. Skala diatur 1/2.

2. Spesimen dalam bentuk disk, ditempatkan pada dudukan sampel, kemudian pemutar (*elevating handle*) diputar sampai lampu LED pada alat menyala di posisi SET.
3. Catat hasil pengukuran.

#### 4.5.4 Pengukuran *gardner impact*

Bahan : Spesimen disk *injection molding* dari pelet RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi

Alat : a. *Gardner Impact Tester*  
b. *Cold Box*

Cara kerja :

1. Dipersiapkan spesimen disk sebanyak 25 buah, dan dimasukkan ke dalam *cold box* pada temperatur  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  untuk polipropilena dan  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  untuk HDPE selama 2 jam.
2. Setelah 2 jam, sampel dikeluarkan satu per satu dan langsung diuji *gardner impact*.
3. 5 buah disk, digunakan untuk menentukan rentang, sedangkan 20 buah sisanya digunakan untuk analisis.
4. Spesimen disk dijatuhkan beban seberat 0,25 kg untuk polipropilena dan 4 kg untuk HDPE. Bila spesimen pecah, maka ketinggian beban diturunkan 2,5 cm. dan bila tidak pecah, ketinggian beban dinaikkan 2,5 cm.

Perhitungan :

$$I = \frac{W \times N}{20}$$

Dimana :

I : Energi impak

W: berat x ketinggian

N : Jumlah sampel

#### 4.5.5 Pengukuran *notched izod impact*

Bahan : Spesimen *dumbbell injection molding* dari *pelet* RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi.

Alat : a. *Izod Impact Tester Resil 5.5 Ceast S.p.A Torino Italy*  
b. Mesin penakik

Cara kerja :

1. Sebanyak 10 buah spesimen *dumbbell* dipotong/diambil bagian tengahnya sepanjang 6 cm.
2. Kemudian diukur ketebalannya dan dicari rata-ratanya.
3. Spesimen lalu ditakik dengan menggunakan mesin penakik dan disimpan pada suhu ruang selama 24 jam sebelum dianalisis.
4. Setelah 24 jam, spesimen dianalisis. Sampel yang memiliki bagian sisi yang lebih panjang (biasanya diberi tanda), diletakkan di atas (daerah yang dikenakan pendulum).

5. Sampel dikencangkan dengan memutar *clamp*. Lalu tekan tombol *hammer* pada alat, tunggu sampai pendulum berayun dan mematahkan spesimen.
6. Setelah pendulum mematahkan spesimen, tangkap pendulum tersebut dan diletakkan pada posisi semula.
7. Lakukan langkah kelima dan keenam untuk semua sampel.
8. Tekan *print result* untuk melihat data hasil pengujian.

#### 4.5.6 Pengukuran kekilapan

Bahan : Spesimen disk *injection molding* dari pelet RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi.

Alat : *Glossmeter*, model U-D, “*Toyo Seiki Seisaku-Sho*” Ltd

Cara kerja :

1. Alat dihidupkan dan dibiarkan selama 30 menit agar stabil.
2. Tombol *gloss angle* 45<sup>0</sup> ditekan dan dilakukan kalibrasi alat.
3. Spesimen disk dimasukkan ke dalam tempat sampel. Kotak sampel ditarik, sampel berbentuk disk dimasukkan, kemudian ditutup.
4. Hasil pengukuran dicatat.

#### 4.5.7 Pengukuran kekabutan

Bahan : Spesimen film dari pelet RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi.

Alat : *Direct Reading Hazemeter* “*Toyo Seiki Seisaku-sho*” Ltd



Cara kerja :

1. Alat dihidupkan dan ditunggu selama 30 menit agar stabil, kemudian dilakukan kalibrasi alat.
2. Tombol *haze* ditekan untuk pengukuran kekabutan
3. Kotak tempat pengukuran sampel ditarik keluar dan diambil penjepit sampel yang ada di dalamnya.
4. Spesimen film (dalam ukuran 4 cm x 4 cm ) tersebut dipasang pada tempat penjepit sampel.
5. Kotak tempat pengukuran sampel ditutup rapat.
6. Dilakukan pencatatan terhadap kekabutan yang diperoleh.

#### 4.5.8 Pengukuran derajat kekuningan

Bahan : Pelet RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi

Alat : a. *Colorimeter Gardner YI – 23 Tristimulus*  
 b. Plat kaca benwarna hitam sebagai penutup sampel.

Cara kerja :

1. *Sample cup* diisi dengan pelet sampai hampir penuh, kemudian ditempatkan pada *cup holder*.
2. *Sample cup* ditutup dengan penutup (plat kaca) hitam, sehingga terhindar dari pengaruh cahaya luar.
3. Tekan tombol F1, lalu baca hasil pengukurannya.
4. Setiap sampel diukur sebanyak 5 kali

#### 4.5.9 Analisis termal dengan *Differential Scanning Calorimetry (DSC)*

Bahan : a. Spesimen film pres dari pelet RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi.

b. *Sample Pan Kit Aluminium, Perkin Elmer, KIT*

Alat : a. *Differential Scanning Calorimeter, DSC 7*

b. *Thermal Analysis Controller TAC/DX, Perkin Elmer*

c. *Press Sample Perkin Elmer*

d. Neraca analitis

Cara kerja :

1. Spesimen pres dalam bentuk film (sampel), digunting sesuai dengan ukuran.
2. Sampel diletakkan di dalam *sample pan kit* Aluminium, kemudian di timbang.
3. Berat sampel yang ditimbang harus berkisar antara 3 sampai 6 mg.
4. Kemudian ditempatkan di *sample holder* pada alat *press sample* untuk dimampatkan antara sampel dengan *sample pan kit* Aluminium.
5. Setelah itu sampel diukur sifat termalnya dengan menggunakan DSC.

#### 4.5.10 Analisis gugus fungsi menggunakan *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Bahan : Spesimen film pres dari pelet RI10HO dan HDPE yang telah diformulasi.

Alat : *FTIR Spectrometer Nicolet*

Cara kerja :

1. Spesimen pres dalam bentuk film (sampel), diletakkan di dalam *sample holder* pada alat FTIR.
2. Scanning dilakukan melalui komputer
3. Spektrum FTIR diperoleh dan dianalisis



## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Pencampuran polimer (*blending*)

Paduan dua jenis polimer umumnya dilakukan untuk mendapatkan sifat baru atau menggabungkan sifat-sifat dari polimer yang dicampurkan sehingga campuran polimer yang telah dicampur mempunyai sifat-sifat dari kedua jenis yang dicampurkan atau bahkan menjadi lebih baik. Sifat mekanik akan berubah jika satu polimer ditambahkan pada polimer lain. Sifat yang muncul akan tergantung dari komposisi paduan, kondisi paduan ataupun dari kekompakan (*compatibility*) masing-masing sifat polimer.

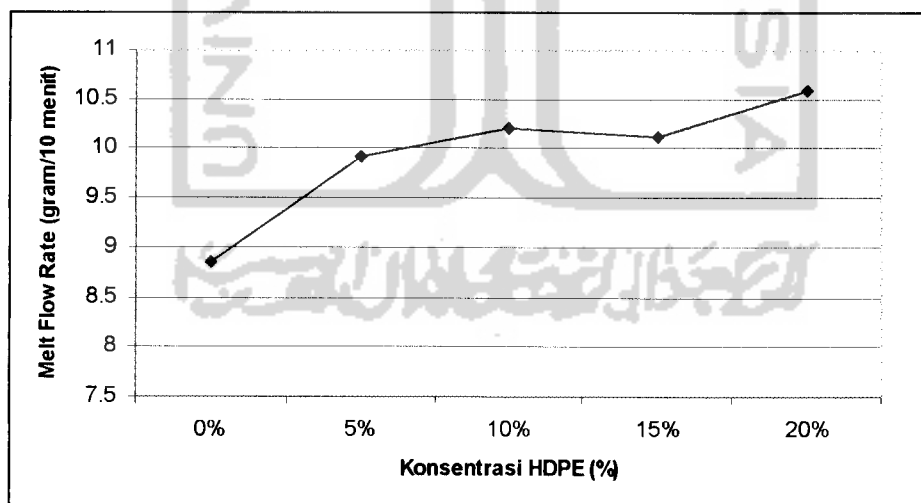
Pada penelitian ini, dicampurkan HDPE pada kopolimer acak etilena propilena (EPrC) RI10HO. Polietilena jenis HDPE dipilih karena memiliki kekuatan impak yang baik dibandingkan dengan RI10HO. Kekuatan impak yang dimiliki HDPE ini diharapkan akan menaikkan kekuatan tumbukan dari RI10HO.

Penambahan HDPE dengan RI10HO merupakan pencampuran secara fisik. Pencampuran antara padatan berbentuk pelet memiliki potensi mengalami segregasi (Rauwendal,1988). Oleh karena itu setelah pencampuran secara mekanik dengan *tumble mixer*, campuran HDPE dan RI10HO kemudian diekstrusi menggunakan ekstruder. Di dalam zona kompresi mesin ekstrusi, dimana polimer sudah berbentuk lelehan, HDPE tidak saling larut dengan kopolimer acak etilena propilena RI10HO (*immiscible*). Polietilena akan

terdispersi dalam fasa kontinyu kopolimer acak etilena propilena, sehingga polipropilena akan menjadi matriks bagi partikel HDPE. Di dalam ekstruder polimer dipanaskan di atas temperatur leleh ( $T_m$ ) kedua polimer tersebut, sehingga polimer tersebut akan meleleh dan dihasilkan pelet yang mengandung HDPE dan RI10HO dengan variasi konsentrasi yang telah ditentukan.

## 5.2 Penentuan indeks cepat alir

Indeks cepat alir merupakan salah satu sifat reologis yang didefinisikan sebagai berat polimer yang mengalir melalui lubang (*die*) yang mempunyai diameter dan panjang tertentu selama 10 menit pada temperatur serta beban yang konstan. Hasil pengukuran indeks cepat alir ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 12. Grafik indeks cepat alir pada berbagai konsentrasi HDPE

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa nilai indeks cepat alir mengalami kenaikan dengan penambahan HDPE. Semakin tinggi konsentrasi HDPE maka semakin tinggi pula nilai indeks cepat alirnya. Hal ini menunjukkan bahwa

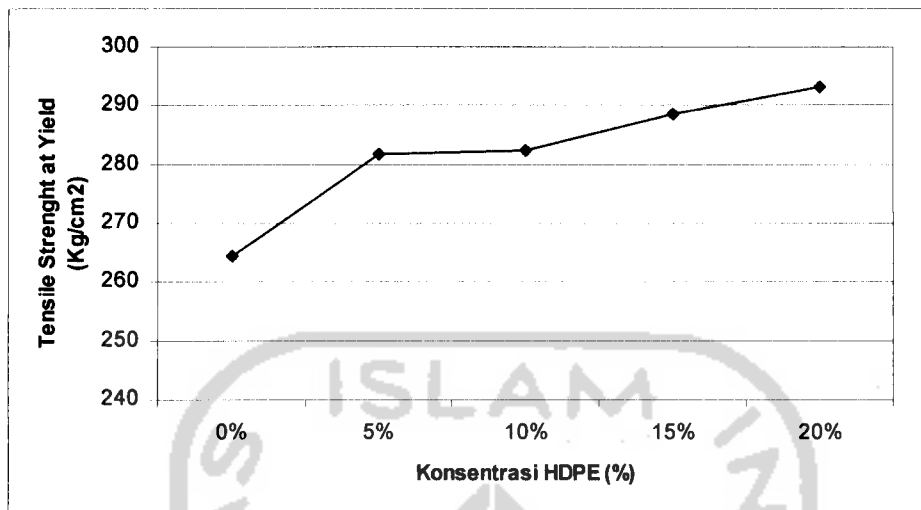
paduan HDPE dan EPrC RI10HO cenderung memiliki berat molekul yang mengecil.

Dari perhitungan dengan anava yang terlampir di lampiran, indeks cepat alir ternyata dipengaruhi oleh variasi konsentrasi HDPE secara signifikan. Kecuali pada penambahan konsentrasi HDPE 10 % dan 15 % tidak terjadi perbedaan yang berarti.

### **5.3 Hasil pengukuran sifat mekanik**

#### **5.3.1 Kekuatan tarik**

Kekuatan tarik merupakan analisis terhadap kemampuan suatu polimer menahan tegangan dan ditentukan dengan menerapkan gaya pada polimer. Pengujian dilakukan dengan mengukur gaya yang diberikan secara kontinyu terhadap pertambahan panjang yang terjadi pada kecepatan tetap. Pada saat tertentu polimer akan mengalami perpanjangan yang lebih besar dengan nilai gaya tetap. Kondisi inilah yang disebut *yield*. Gaya yang terukur merupakan kekuatan tarik dari polimer namun kekuatan tarik yang diukur tidak sampai putus tetapi sampai keadaan polimer tidak elastis lagi menerima beban. Hasil pengukuran kekuatan tarik ditunjukkan pada gambar 13 di bawah ini.



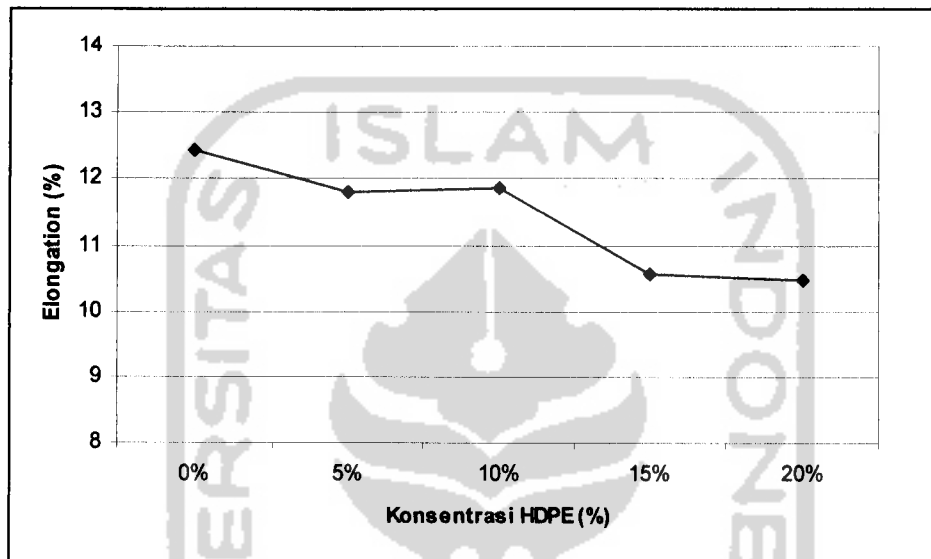
Gambar 13. Grafik kekuatan tarik pada berbagai konsentrasi HDPE

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa penambahan HDPE dapat menaikkan kekuatan tarik dari paduan kopolimer acak etilena propilena dengan HDPE. Hal ini dikarenakan kedua polimer yang dipadukan merupakan polimer semi kristalin dan polimer kristalin, sehingga kopolimer acak etilena propilena yang menjadi matrik bagi HDPE akan cenderung semakin kristalin dengan penambahan HDPE. Semakin tinggi kristalinitas suatu polimer maka kekuatan polimer akan semakin tinggi, dan kekuatan tariknya juga semakin besar. Pada pengujian anava kekuatan tarik dipengaruhi oleh variasi konsentrasi HDPE. Namun pada konsentrasi penambahan HDPE 5 % dan 10 % tidak terjadi perbedaan yang berarti.

### 5.3.2 Perpanjangan

Perpanjangan berhubungan dengan kekuatan tarik. Pada saat kekuatan tarik menjadi besar, perpanjangan biasanya menjadi lebih kecil. Pengukuran perpanjangan dilakukan pada saat pengukuran kekuatan tarik, yaitu dengan

mengukur persen yang merupakan perbandingan pertambahan panjang terhadap panjang awal sebelum penarikan. Hasil pengukuran perpanjangan dapat dilihat pada gambar 14:



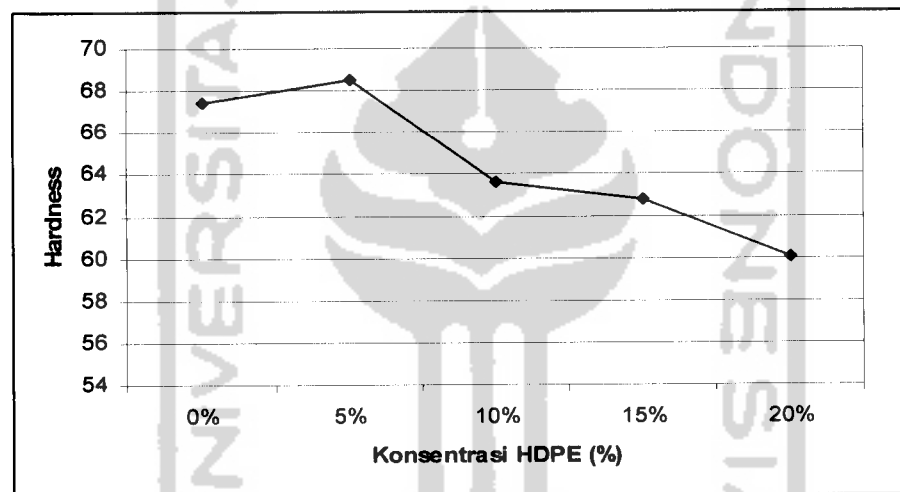
Gambar 14. Grafik perpanjangan pada berbagai konsentrasi HDPE

Dari gambar 14, dapat dilihat bahwa penambahan HDPE menurunkan perpanjangan dari paduan kopolimer acak etilena propilena dan HDPE, hal ini dikarenakan sama dengan kekuatan tarik dimana semakin kristalin paduan polimer maka kekuatan polimer semakin tinggi dan kekuatan tariknya juga semakin besar, namun persen perpanjangannya semakin rendah. Sehingga hal ini sesuai dengan teori bahwa bila kekuatan tarik menjadi besar, perpanjangannya biasanya menjadi lebih kecil. Dari pengujian anava didapatkan bahwa perpanjangan dipengaruhi oleh variasi konsentrasi HDPE. Namun untuk konsentrasi 0 %, 5 % dan 10 % tidak ada perbedaan, juga untuk konsentrasi 15 % dan 20 %.



### 5.3.3 Kekerasan

Kekerasan polimer adalah ketahanan terhadap deformasi plastik. Metode yang digunakan adalah metode Rockwell. Cara mengukur kekerasan adalah dengan menekan polimer dengan indenter. Indenter memiliki berat untuk termoplastik adalah 60 kg dan ukuran bola indenter sebesar 1/8 inci. Makin keras material maka makin besar nilai yang tertera dialat.



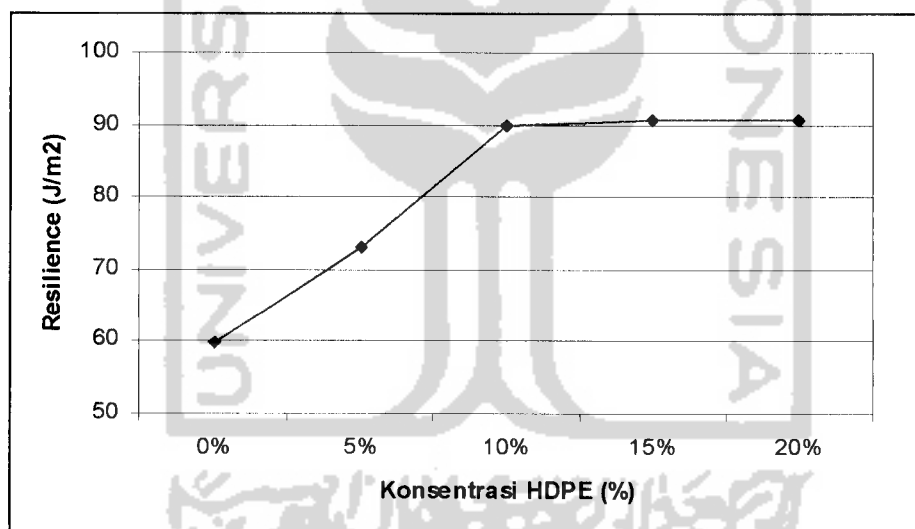
Gambar 15. Grafik kekerasan pada berbagai konsentrasi HDPE

Dari gambar diatas terlihat bahwa penambahan HDPE menurunkan kekerasan dari paduan, meskipun pada konsentrasi 5 % paduan justru mengalami kenaikan kekerasan, hal ini diduga terjadi karena ketidakseragaman pada susunan dan pembentukan *droplet* yang terjadi saat pencampuran. Sehingga, setiap temperatur pada sampel memiliki kekerasan yang berbeda-beda.

Pada pengujian anava terlihat bahwa ada pengaruh penambahan HDPE terhadap kekerasan. Namun pada konsentrasi 10 % dan 15 % tidak terjadi perbedaan yang signifikan.

### 5.3.4 *Notched izod impact*

*Notched izod impact* merupakan analisis terhadap kegetasan material. Ketangguhan polimer dinilai seberapa besar kemampuan menyerap energi yang diterima hingga struktur polimer itu rusak. Dalam *notched izod impact* polimer harus ditakik dengan maksud membantu tahap perusakan polimer lebih awal (tahap inisiasi deformasi polimer). Hasil pengukuran *notched izod impact* dinyatakan sebagai *resilience*, yaitu kemampuan polimer untuk menahan tumbukan per satuan luas.



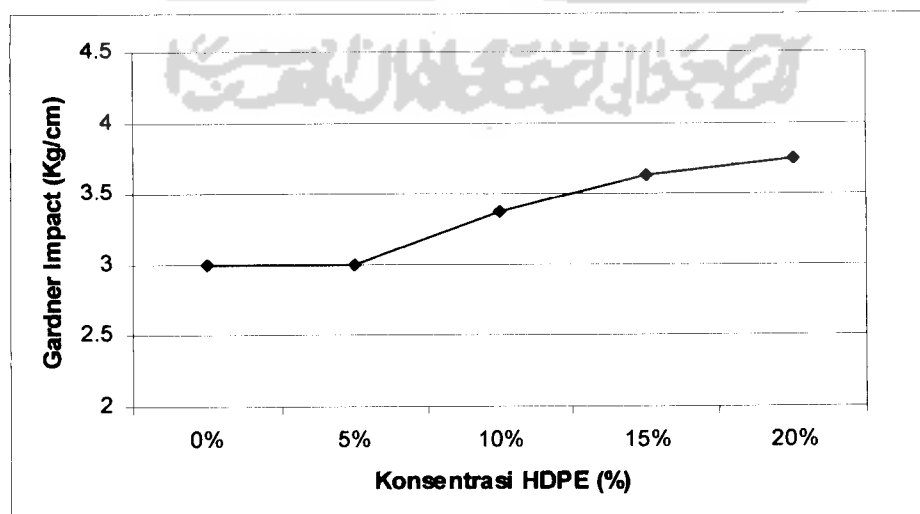
Gambar 16. Grafik *notched izod impact* pada berbagai konsentrasi HDPE

Pada gambar diatas terlihat bahwa penambahan HDPE mampu meningkatkan *resilience*. Hal ini dikarenakan HDPE memiliki sifat tangguh yang mampu menyerap tumbukan, sehingga hasil paduan kopolimer acak etilena propilena dan HDPE akan semakin tangguh dengan bertambahnya konsentrasi HDPE.

Dari pengukuran anava didapatkan bahwa ada pengaruh variasi konsentrasi HDPE terhadap *notched izod impact*. Namun pada konsentrasi 10 %, 15 % dan 20 % tidak menunjukkan perbedaan yang berarti.

### 5.3.5 Gardner Impact

*Gardner impact* hampir sama dengan *notched izod impact* sama-sama digunakan untuk melihat ketangguhan dari polimer terhadap energi yang menyimpannya. Perbedaannya pada *gardner impact* tidak dilakukan penakikan sampel, sehingga proses deformasi melalui tahap inisiasi dan propagasi. Pengukuran *gardner impact* dilakukan pada temperatur  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pada temperatur tersebut kopolimer acak etilena propilena yang bertindak sebagai matrik berada pada temperatur transisi gelas ( $T_g$ ). Pada kondisi tersebut polimer berada dalam dua sifat ekstrim yaitu getas dan elastis. Hasil pengukuran *gardner impact* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



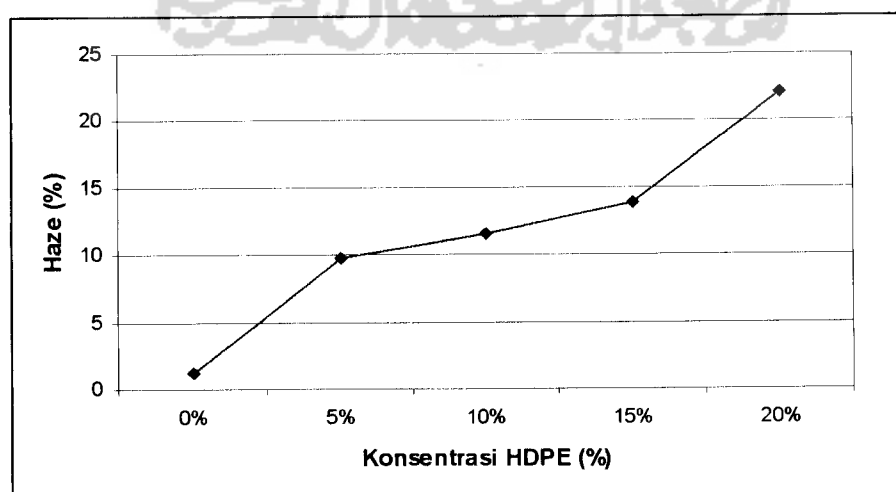
Gambar 17. Grafik *gardner impact* pada berbagai konsentrasi HDPE

Dari gambar di atas terlihat bahwa penambahan HDPE mampu meningkatkan nilai *gardner impact* pada paduan kopolimer acak etilena propilena dan HDPE. Hal ini mengindikasikan bahwa ketahanan impact yang dimiliki oleh HDPE ternyata mampu menaikkan ketahanan impact dari kopolimer acak etilena propilena. Pada penambahan HDPE 5 % terlihat tidak ada perbedaan dengan RI10HO, hal ini diduga seperti yang dijelaskan di atas karena ketidakseragaman pada susunan dan pembentukan *droplet* yang terjadi saat pencampuran. Sehingga, setiap temperatur pada sampel memiliki kekerasan yang berbeda-beda.

#### 5.4 Hasil pengukuran sifat optik

##### 5.4.1 Kekabutan

Sifat kopolimer acak etilena propilena RI10HO adalah memiliki kejernihan yang lebih dibandingkan dengan HDPE. Kejernihan berbanding terbalik dengan kekabutan. Analisis kekabutan adalah analisis seberapa besar suatu material yang *hazy* (buram) dapat meneruskan cahaya yang melewatinya.

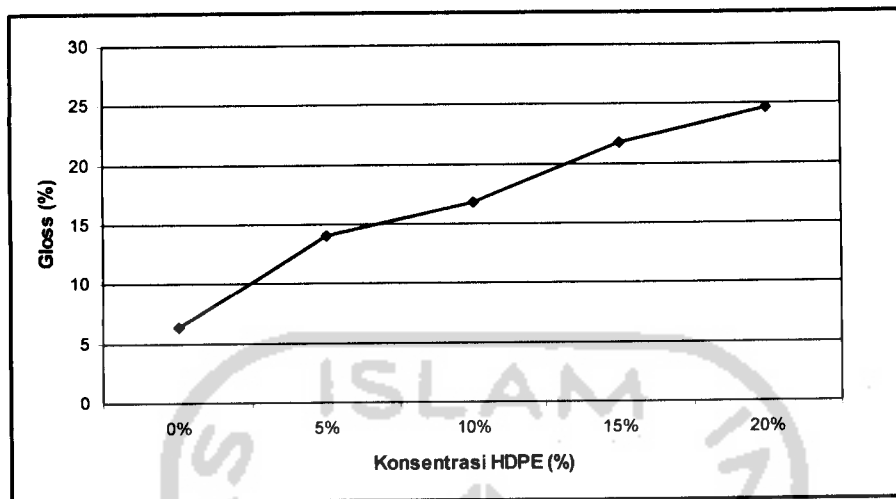


Gambar 18. Grafik kekabutan pada berbagai konsentrasi HDPE

Dari gambar di atas terlihat bahwa penambahan HDPE meningkatkan kekabutan pada paduan kopolimer acak etilena propilena RI10HO dan HDPE. Hal ini dikarenakan struktur kristal dari HDPE yang memiliki kerapatan kristal yang tinggi sehingga semakin sedikit cahaya yang dapat diteruskannya. Kondisi ini mengakibatkan paduan dengan konsentrasi HDPE yang makin banyak maka nilai kekabutannya semakin besar. Kenaikan yang cukup signifikan pada paduan bila dibandingkan dengan kopolimer acak etilena propilena RI10HO, dikarenakan dalam RI10HO terdapat etilena yang dapat meningkatkan kejernihan (*clarity*) polipropilena. Keberadaan etilena ini akan mengurangi kerapatan molekul propilena dalam matriks PP dan mengurangi derajat kristalinitas PP. Hal ini disebabkan karena dengan adanya etilena, jarak antar rantai menjadi lebih besar dan rantai polimer menjadi tidak rapat lagi sehingga cahaya akan lebih banyak yang diteruskan. Hal ini berbeda dengan paduan karena keberadaan HDPE yang kristalin maka cahaya yang diteruskan tidak sebanyak dengan RI10HO. Pada pengujian dengan anava didapatkan kekabutan dipengaruhi secara signifikan oleh konsentrasi penambahan HDPE (5 %, 10 %, 15 % dan 20 %).

#### 5.4.2 Kekilapan

Kekilapan merupakan salah satu sifat optik polimer. Pengukuran kekilapan dilakukan menggunakan sudut sinar datang dan pantul 45 °C. Pada penelitian ini sampel yang digunakan terlebih dahulu dibuat dalam bentuk film, menggunakan *cast film extrusion*.



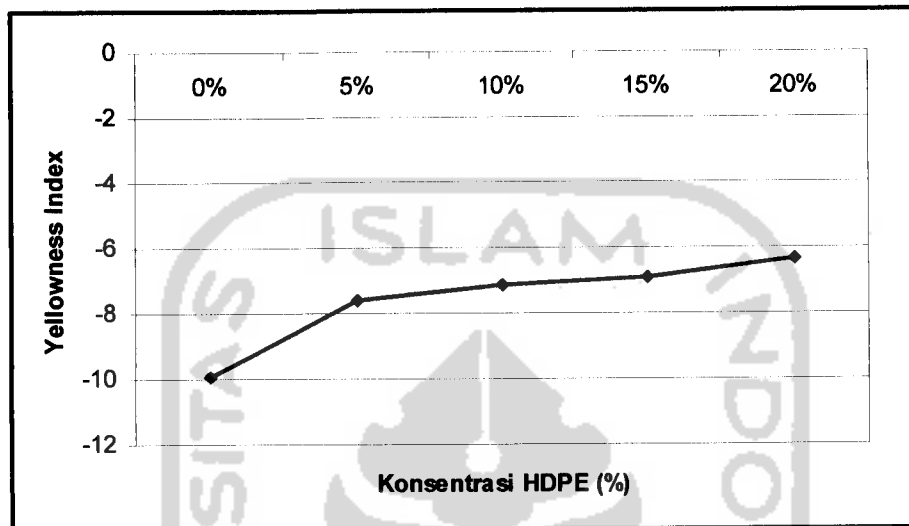
Gambar 19. Grafik kekilapan pada berbagai konsentrasi HDPE

Dari grafik di atas terlihat bahwa penambahan HDPE meningkatkan kekilapan dari paduan RI10HO dengan HDPE. Polietilena memiliki indeks refraktif yang lebih tinggi dari pada polipropilena, sehingga semakin banyak cahaya yang bisa dipantulkan oleh polietilena. Semakin tinggi indeks refraktif, maka semakin tinggi pula kekilapannya (Way, 1999). Hal ini berpengaruh terhadap kekilapan dari paduan HDPE dan RI10HO, dimana semakin banyak konsentrasi HDPE yang ditambahkan maka akan semakin banyak cahaya yang dapat dipantulkan oleh permukaan film polipaduan, sehingga semakin tinggi kekilapannya. Dari pengujian anava diketahui bahwa variasi penambahan HDPE berpengaruh secara signifikan terhadap nilai kekilapan.

#### 5.4.3 Derajat kekuningan

Derajat kekuningan merupakan parameter yang menyatakan derajat kekuningan material polimer dibandingkan dengan suatu material standar. Semakin kecil nilai YI berarti material tersebut semakin putih, sebaliknya semakin

besar nilai YI maka material tersebut cenderung berwarna kekuningan. Hasil pengukuran YI dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 20. Grafik derajat kekuningan pada berbagai konsentrasi HDPE

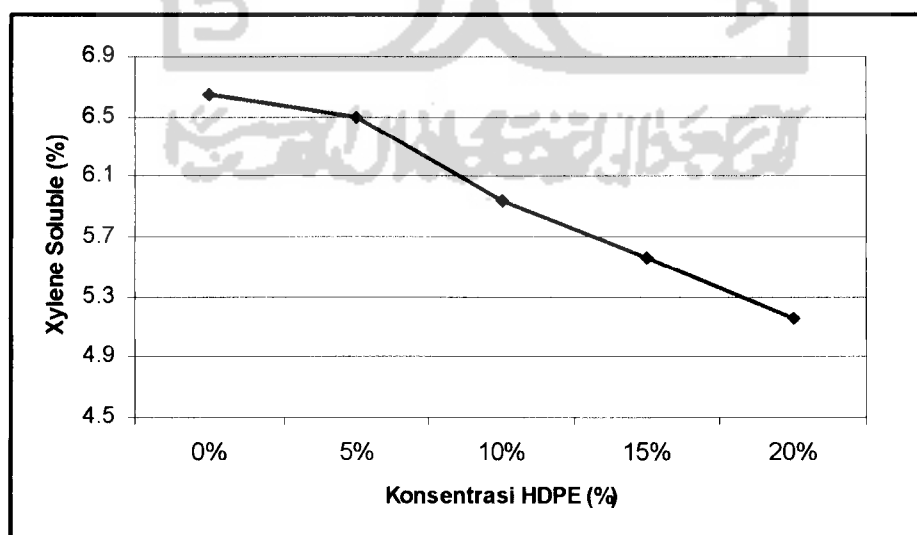
Dari grafik di atas menunjukkan penambahan HDPE ternyata justru meningkatkan nilai derajat kekuningan. Hal ini mengindikasikan bahwa derajat kekuningan dari HDPE yang besar, sehingga ketika dipadukan dengan RI10HO nilai derajat kekuningan dari campurannya akan semakin besar. RI10HO memiliki nilai derajat kekuningan yang sangat kecil mencapai  $-9,939$ . Namun, seiring bertambahnya konsentrasi HDPE yang ditambahkan, derajat kekuningannya semakin naik.

Dari pengujian anava didapatkan bahwa variasi penambahan HDPE berpengaruh terhadap nilai derajat kekuningan, Namun, pada konsentrasi 10 % dan 15 % tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap nilai YI.

### 5.5 Kelarutan dalam xilen

Secara stereokimia polipropilena memiliki tiga bentuk, yaitu ataktik, sindiotaktik dan isotaktik. Namun, dalam skala komersial hanya dikenal ataktik dan isotaktik. Semakin tinggi kandungan isotaktik dalam polipropilena, maka semakin berkualitas material plastik tersebut. Namun keberadaan fase ataktik juga diperlukan untuk meningkatkan kekuatan impact polipropilena. Namun semakin banyak fase ataktik dalam polipropilena akan menurunkan kekakuan, kekuatan, dan ketangguhan (Maier, 1998). *Xylene soluble* merupakan metode untuk mengetahui seberapa besar kandungan ataktik dalam polipropilena.

Dalam penelitian ini, sampel yang digunakan dilarutkan dalam xilen kemudian dipanaskan sampai 45 menit. Hal ini dilakukan karena fase ataktik hanya dapat larut pada xilen panas, sedangkan fase isotaktiknya tidak larut. Hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar berikut ini.



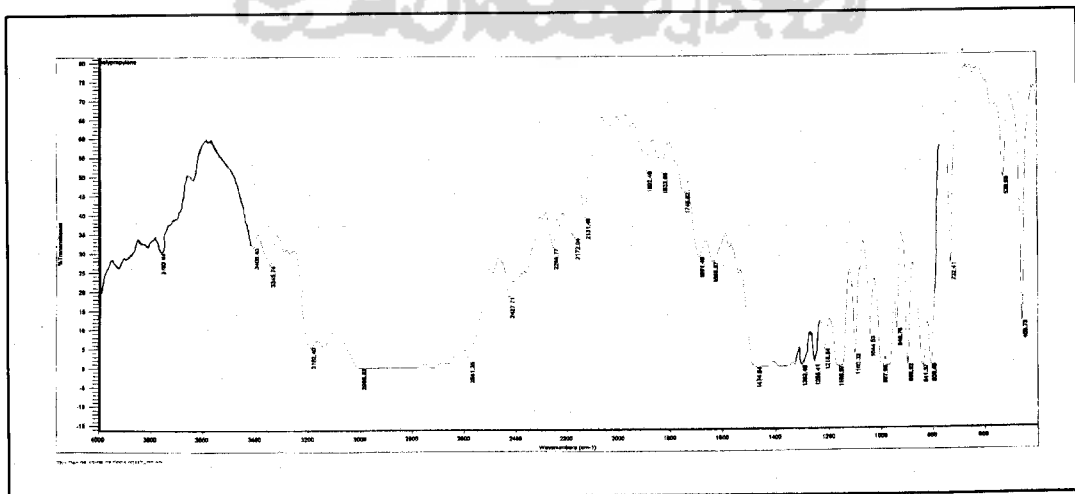
Gambar 21. Grafik kelarutan dalam xilen pada berbagai konsentrasi HDPE



Dari gambar di atas terlihat bahwa nilai kelarutan dalam xilen mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi HDPE. Hal ini dikarenakan semakin banyak HDPE yang ditambahkan maka akan semakin mengurangi jumlah matrik polipropilena. Kelarutan dalam xilen adalah parameter untuk menentukan kandungan ataktik dari polipropilena. Bila jumlah konsentrasi polipropilena semakin kecil maka kandungan ataktiknya juga semakin kecil, dikarenakan polietilena (HDPE) tidak mengenal adanya taktisitas. Struktur rantai dari polietilena (HDPE) merupakan rantai lurus yang tidak bercabang.

### 5.6 Analisis dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

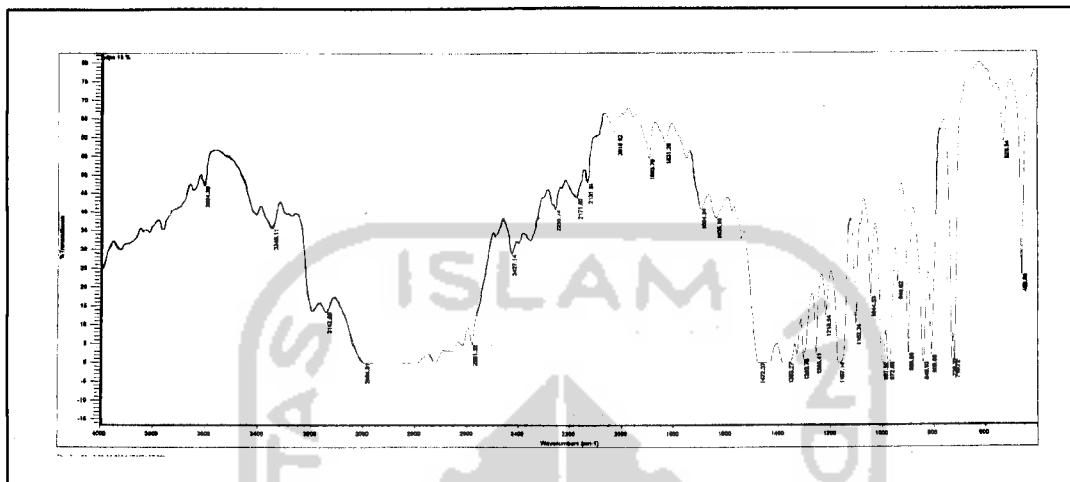
Untuk mengetahui ada atau tidaknya perubahan pada struktur dari suatu polipaduan dapat diketahui dengan menggunakan FTIR. Pada penelitian ini setiap sampel RI10HO, HDPE dan paduannya dikarakterisasi menggunakan FTIR. Untuk spektra kopolimer acak etilena propilena RI10HO dapat dilihat pada gambar 22 dibawah ini.



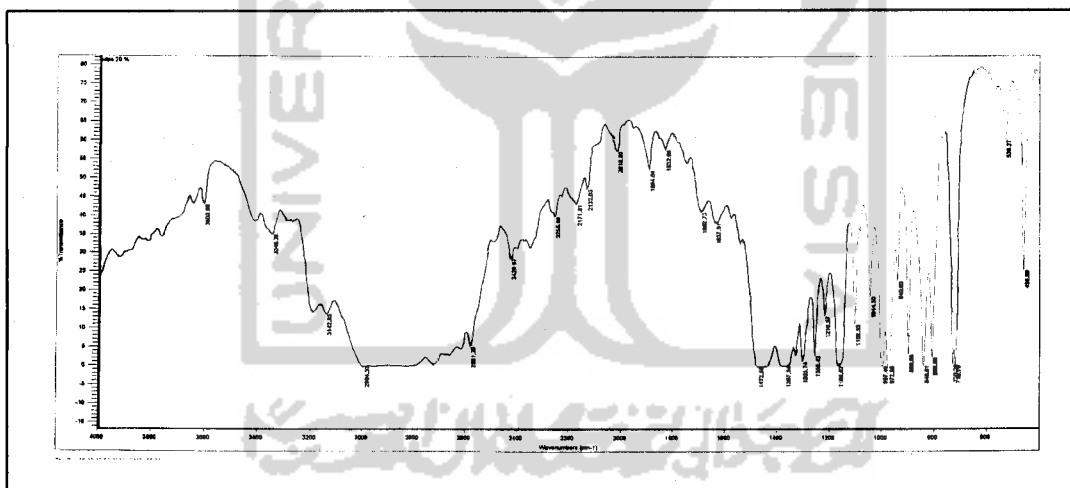
Gambar 22. Spektra IR kopolimer acak etilena propilena RI10HO







(c)



(d)

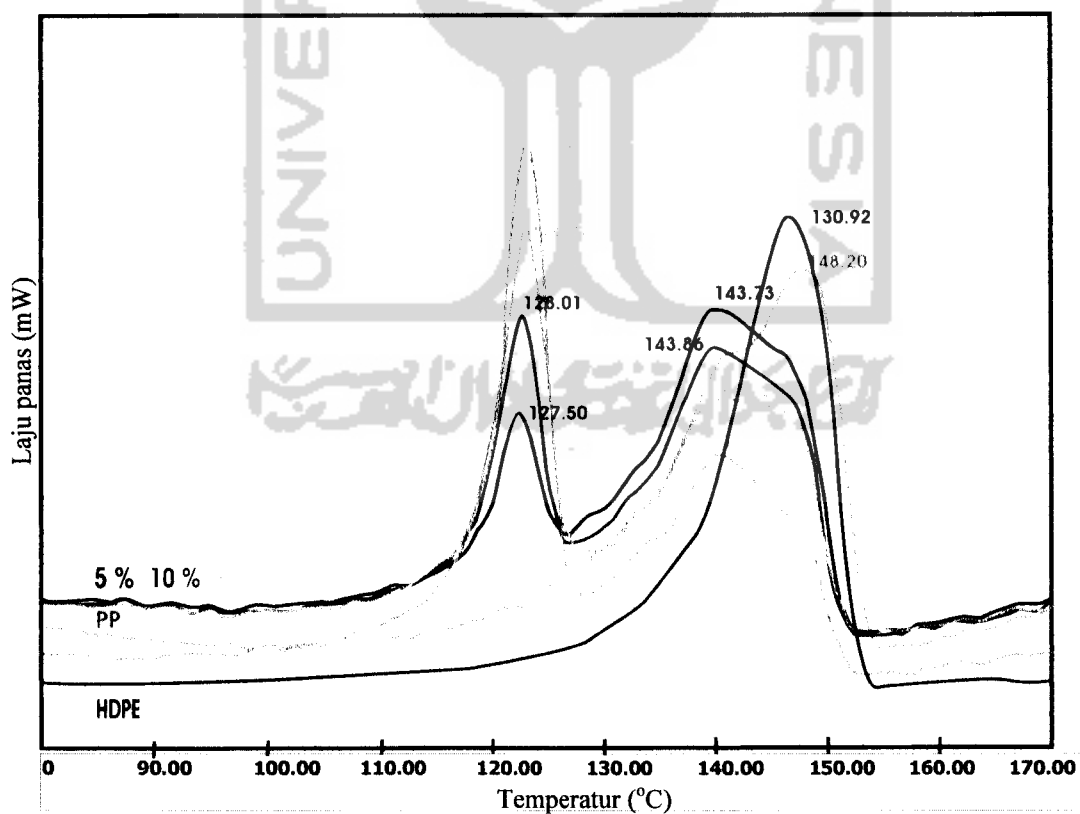
Gambar 24. Spektra IR paduan RI10HO dan HDPE dengan variasi konsentrasi (a) 5 %, (b) 10 %, (c) 15 % dan (d) 20 %

Dari spektra hasil paduan terlihat bahwa paduan ini merupakan jenis paduan yang tidak bercampur (*immiscible*). Hal ini terlihat dengan adanya serapan di daerah  $1370\text{ cm}^{-1}$ , yang merupakan serapan metil ( $-\text{CH}_3$ ) dan juga adanya serapan pada daerah  $1450\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan serapan metilen ( $-\text{CH}_2$ ). Selain

itu juga terlihat dua serapan pada daerah  $730\text{ cm}^{-1}$ , dua serapan ini menandakan adanya gugus metilen yang satu milik RI10HO dan yang satunya adalah milik HDPE.

### 5.7 Analisis termal dengan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC)

Untuk analisis termal yang dilakukan adalah mengetahui temperatur leleh ( $T_m$ ) dan temperatur kristalisasi ( $T_c$ ). Analisis termal dilakukan untuk melihat perubahan fisik dari polimer termoplastik yang diberi pemanasan dan pendinginan. Hasil dari termogram dari RI10HO, HDPE dan paduannya dapat dilihat pada gambar 25.

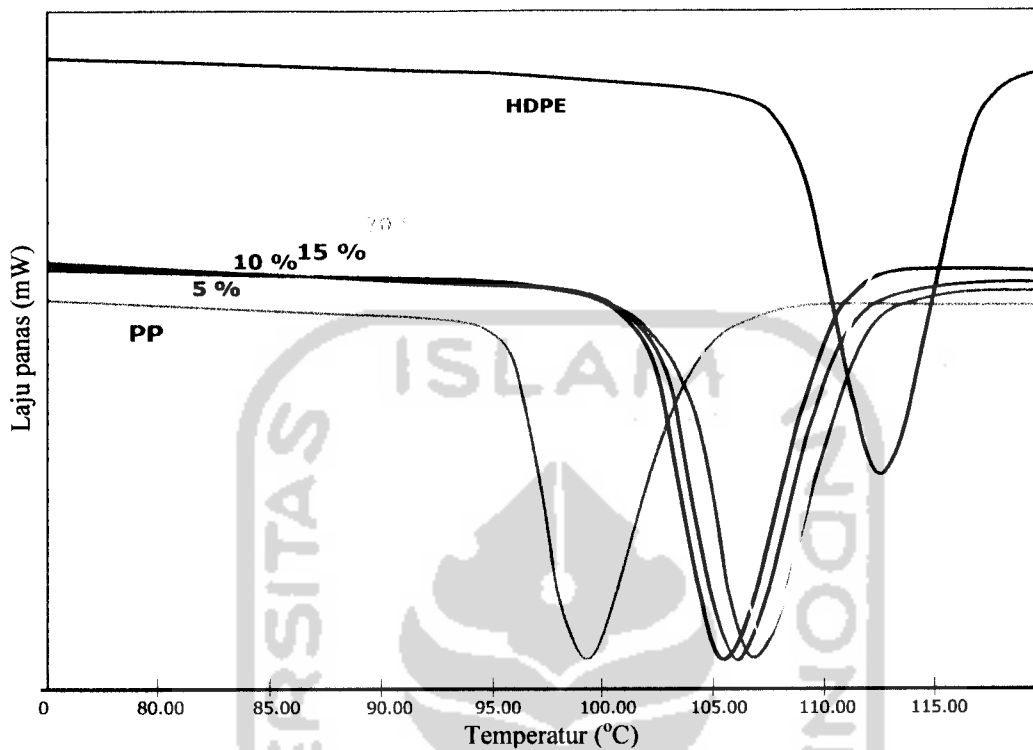


Gambar 25. Termogram pemanasan DSC

Dari termogram terlihat jelas adanya perbedaan antara hasil paduan dengan polimer penyusunnya. Untuk RI10HO temperatur lelehnya mencapai 148 °C, sedangkan untuk HDPE mencapai 130 °C. Sedangkan paduannya terdapat dua puncak yang menandakan juga bahwa paduan yang dihasilkan tidak saling bercampur (*immiscible*), puncak pertama merupakan temperatur leleh ( $T_m$ ) dari HDPE yang berkisar antara 127-128 °C sedangkan puncak kedua adalah temperatur leleh dari kopolimer acak etilena propilena (RI10HO).

Keadaan diatas menurut Mahajan (1996) dihubungkan dengan *miscibilitas* parsial lelehan dari komponen paduan dan kecil atau kurang sempurnanya kristal. Segmen etilena pada rantai kopolimer acak RI10HO membuat ketidakstabilan secara termal dalam rantai utama kopolimer acak RI10HO karena segmen tersebut berinteraksi dengan etilena dari HDPE sehingga dalam termogram terjadi puncak minor pada puncak kopolimer acak RI10HO. Seiring bertambahnya konsentrasi HDPE maka luas puncak pertama akan semakin bertambah besar dan puncak kedua semakin berkurang luasnya.

Untuk menentukan temperatur kristalisasi ( $T_c$ ) maka polimer didinginkan setelah dipanaskan, proses pendinginan menimbulkan pelepasan energi dari polimer sehingga terjadi proses eksoterem dan ini digambarkan dalam diagram DSC sebagai jurang yang dalam. Hasil pengukuran temperatur kristalisasi RI10HO, HDPE dan paduannya dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26. Termogram pendinginan DSC

Dari gambar diatas temperatur kristalisasi ( $T_c$ ) untuk kopolimer acak RI10HO adalah  $99\text{ }^\circ\text{C}$ , sedangkan untuk HDPE adalah  $113\text{ }^\circ\text{C}$ , temperatur ini mengindikasikan bagaimana cepatnya polimer tersebut mengkristal, semakin tinggi temperatur, maka semakin cepat kristalisasinya. Temperatur kristalisasi hasil paduan RI10HO dan HDPE hanya memiliki satu jurang, , berbeda dengan temperatur leleh ( $T_m$ ) yang memiliki dua puncak. Hal ini dimungkinkan karena temperatur kristalisasi komponennya sangat berdekatan serta bersamaan dengan terjadinya kristalisasi HDPE dan PP sehingga yang muncul dalam termogram hanya satu jurang (Nadkarni & Jog, 1991). Untuk paduannya temperatur kristalisasi berkisar antara  $106\text{-}107\text{ }^\circ\text{C}$ . Luas dari jurang merupakan  $\Delta H$  kristalisasi.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

- a. Penambahan HDPE memberikan kenaikan nilai indeks cepat alir pada paduannya. Semakin banyak HDPE yang ditambahkan maka semakin besar indeks cepat alirnya.
- b. Penambahan HDPE menaikkan sifat mekanik terutama pada kekuatan tarik, *notched izod impact* dan *gardner impact*. Namun menurunkan nilai dari perpanjangan dan kekerasan pada paduannya dengan RI10HO.
- c. Penambahan HDPE menaikkan nilai kekabutan, kekilapan dan derajat kekuningan paduannya dengan RI10HO.
- d. Penambahan HDPE menurunkan nilai kelarutan dalam xilen seiring dengan bertambahnya konsentrasi HDPE.
- e. Sifat mekanik paling tinggi yang didapat adalah untuk kekuatan tarik pada penambahan konsentrasi HDPE 20 %, perpanjangan pada penambahan konsentrasi HDPE 0 %, kekerasan pada penambahan konsentrasi HDPE 5 %, *notched izod impact* pada penambahan konsentrasi HDPE 20 % dan *gardner impact* pada penambahan konsentrasi HDPE 20 %.



## 6.2 Saran

Perlu diadakan pengujian morfologi secara lebih mikroskopik, misal dengan SEM untuk mengetahui kondisi mikroskopik dari RI10HO dan HDPE serta paduannya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, S.D., 2003, *Pengaruh Slip Agent Terhadap Sifat Permukaan Film Polipropilena*, Skripsi, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Bilmeyer, F.W., 1984, *Textbook of Polymer Science*, p.315-317, 368-369, John Wiley and Sons, New York.
- Callister, William, D., Jr., 1997, *Material Science and Engineering, An Introduction, 4<sup>th</sup> Edition*, p.488-489, John Willey and Sons, Inc, New York.
- Casassa, B., and Sichina, W., 2001, *DSC Isothermal Crystallization Studies for Better Injection Molding of Polymers*, Thermal Analysis, Application note, Perkin Elmer Instruments.
- Coleman, M.M., Graf, J.F., Painter, P., 1991, *Specific Interaction and The Miscibility of Polymer Blends*, Technomic, 20.
- Doroudiani, S., Park, C.B., Kortschot, M.T., 1998, *Processing and Characterization of Microcellular Foamed High-Density Polyethylene/Isotactic Polypropylene Blends*, Journal Polymer Engineering and Science, 38, No 7, pp 1205-1215.
- Jin, D.W., Shon, K.H., Kim, B.H., Jeong, H.M., 1988, *Compatibility Enhancement of ABS/PVC Blends*, Journal of Applied Polymer Science, 70, pp 705-709
- Kissel, W.J. and Han, J.H., 2003, *Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites, Second Edition, Revised and Expanded*, Marcel Dekker, Inc, New York.
- Lotti, C., Correa, C.A., and Canevarolo, S.V, 2000, *Mechanical and Morphological Characterization of Polypropylene Toughened with Olefinic Elastomer*, Journal Material Reserch, 3, No 2, pp 37-44.
- Mahajan S.J., Deopura, W.L., Wang, Y., 1996, *Structure And Properties Of Drawn Tapes Of High-Density Polyethylene/Ethylene-Propylene Copolymer Blends. II* Journal of Applied Polymer Science, 60, pp 1527-1538

- Maier, C., 1998, *Polypropylene, The Definitive User's Guide and Databook*, p.4-5 Hanser Publisher.
- Muller, H. dan Gachter, R., 1996, *Plastics Additives Handbook, Stabilizers, Processing Aids, Plasticizers, Fillers, Reinforcement, Colorants for thermoplastics, 4<sup>th</sup> Edition*, Hanser/Gardner Publications, Inc, Cincinnati.
- Nadkarni, V.M., Jog, J.P., 1991, *Crystallization Behavior In Polymer Blends In Two-Phase Polymer Systems*, edited by L.A.Utracki, Hanser Publishers, Munich, p.221.
- Prabandono, K., 2003, *Pengaruh penambahan LDPE Terhadap Unjuk Kerja Kopolimer Acak Etilen-propilen (EPrC)*, Skripsi, Jurusan kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Pujiono, 2000, *Pengaruh Penambahan Polietilena, Polipropilena dan Polistirena terhadap Sifat Termal dan Mekanik ABS dalam Bentuk Polipaduan*, Tugas Akhir, Jurusan Fisika F-MIPA, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Schnabel, W., 1981, *Polymer Degradation, Principles and Practical Applications*, p.113-122, Macmillan Publishing Co, Inc, New York.
- Sholehah, A., 2004, *Pengaruh Penambahan LDPE dan LLDPE terhadap Sifat Reologis dan Mekanis Kopolimer Acak Etilena Propilena untuk Aplikasi High Speed Lamination*, Tesis, Program Studi Ilmu Material, Program Pasca Sarjana FMIPA-UI, Jakarta.
- Smith, W.F., 1996, *Principles of Materials Science and Engineering, 3<sup>rd</sup> Edition*, p.352-358, McGraw-Hill, Inc, New York.
- Strong, A.B., 2000, *Plastics: Materials and processing, 2<sup>nd</sup> Edition*, Prentice Hall, London.
- Sudirman, Yulius, T., Sudaryanto, 2003, *Pengaruh Penambahan Karet Butadiena terhadap Derajat Kristalinitas dan Kekerasan Polipaduan Polietilena-Polivinil Klorida*, Prosiding Simposium Nasional Polimer IV, 79-84
- Ting, E.P, Pearce, E.M., 1980, *J.Polym Scin. Polym. Lett.Ed.*, 18 (201)
- Treloar, L.R.G, 1970, *Introduction to Polymer Science*, p.102-104, Wykeham Publications LTD, London & Winchester.

- Tripathi, D., 2002, *Practical Guide to Polypropylene*, p.9-10, 19-20, Rapra Technology Ltd, Shawbury.
- Wang, Z., 1996, Toughening And Reinforcing Of Polypropylene. *Journal of Applied Polymer Science*, 60, pp 2239-2243
- Way, T.J., 1999, *Refractive Index and Product Selection*, Sartomer Application Bulletin, Oaklands Corporate Center, Exton
- Zulkifli, M., 1997, *Pengaruh Katalis Triisobutilaluminium (TIBAL) Terhadap Performen Katalis Ziegler-Natta pada proses polimerisasi HDPE*, Thesis, Program Studi Material Science Program Pasca Sarjana, Universitas Indonesia, Jakarta.





# *LAMPIRAN*

**LAMPIRAN 1, Hasil pengukuran indeks cepat alir, derajat kekuningan, kekuatan tarik, perpanjangan, kekerasan, kelarutan xilen, notched izod impact, kekilapan, gardner impact, kekabutan.**

**Tabel 9. Hasil pengukuran indeks cepat alir (*melt flow index*)**

No	RI 10 HO	HDPE 5 %	HDPE 10 %	HDPE 15 %	HDPE 20 %
1	8,894	10,069	10,206	10,19	10,528
2	8,794	9,731	10,185	10,031	10,606
3	8,736	9,821	10,185	10,074	10,53
4	8,942	10,062	10,234	10,121	10,652
5	8,867	9,946	10,208	10,204	10,635
<b>Rata-rata</b>	<b>8,847</b>	<b>9,926</b>	<b>10,204</b>	<b>10,124</b>	<b>10,59</b>
<b>SD</b>	<b>0,081</b>	<b>0,148</b>	<b>0,02</b>	<b>0,074</b>	<b>0,058</b>

**Tabel 10. Hasil pengukuran derajat kekuningan (*yellowness index*)**

No	RI 10 HO	HDPE 5%	HDPE 10%	HDPE 15%	HDPE 20%
1	-9,55	-7,58	-7,16	-7,04	-6,47
2	-10,14	-7,68	-7,16	-6,88	-6,39
3	-9,93	-7,77	-7,12	-6,87	-6,23
4	-9,9	-7,52	-7,25	-6,96	-6,37
5	-10,16	-7,53	-7,08	-6,92	-6,26
<b>Rata-rata</b>	<b>-9,939</b>	<b>-7,616</b>	<b>-7,154</b>	<b>-6,934</b>	<b>-6,344</b>
<b>SD</b>	<b>0,24</b>	<b>0,1</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,09</b>

**Tabel 11. Hasil pengukuran kekuatan tarik (*tensile strenght at yield*)**

No	RI 10 HO	HDPE 5%	HDPE 10%	HDPE 15%	HDPE 20%
1	259,344	282,007	279,115	288,108	293,385
2	262,988	283,187	283,45	289,273	294,15
3	265,107	281,244	284,149	289,033	293,22
4	268,565	278,247	280,993	289,033	292,749
5	265,285	284,105	283,45	289,994	294,15
6	260,487	282,928	283,45	287,37	293,918
7	260,553	284,327	283,45	288,334	293,226
8	265,078	281,705	281,82	288,334	292,281
9	268,94	280,277	282,162	289,163	293,456
10	267,664	278,098	281,123	287,417	292,281
<b>Rata-rata</b>	<b>264,401</b>	<b>281,612</b>	<b>282,316</b>	<b>288,606</b>	<b>293,282</b>
<b>SD</b>	<b>3,464</b>	<b>2,199</b>	<b>1,57</b>	<b>0,842</b>	<b>0,687</b>

Tabel 12. Hasil pengukuran perpanjangan (*elongation*)

No	RI 10 HO	HDPE 5%	HDPE 10%	HDPE 15%	HDPE 20%
1	12,86	10,22	11,06	10,35	10,58
2	12,76	11,31	11,21	10,94	9,89
3	13,26	12,43	11,57	10,71	9,99
4	13	11,78	11,37	10,42	10,57
5	12,79	11,98	11,74	10,01	10,13
6	12,2	12,3	11,6	10,64	10,46
7	12,32	11,92	12,95	10,06	10,91
8	11,88	11,66	12,02	10,53	11,07
9	11,81	11,98	12,6	11,36	10,17
10	11,51	12,54	12,41	10,5	11,03
<b>Rata-rata</b>	<b>12,44</b>	<b>11,81</b>	<b>11,85</b>	<b>10,55</b>	<b>10,48</b>
<b>SD</b>	<b>0,58</b>	<b>0,67</b>	<b>0,63</b>	<b>0,34</b>	<b>0,43</b>

Tabel 13. Hasil pengukuran kekerasan (*hardness*)

No	RI 10 HO	HDPE 5%	HDPE 10%	HDPE 15%	HDPE 20%
1	67,3	67,9	63,2	63,1	60,7
2	67,8	68,8	64,6	63,1	60,5
3	67	68,5	63,3	63,2	60
4	67,4	69,5	64,9	62,9	62,4
5	67	68,6	63,2	62,3	60,6
6	67,6	67,8	63,6	62,3	59,1
7	66,6	68,2	63,6	62,8	59,8
8	68,7	68,5	63,5	63	59,2
9	67,8	68,5	63,5	62,2	60,6
10	66,7	68,4	62,5	62,8	57,7
<b>Rata-rata</b>	<b>67,39</b>	<b>68,47</b>	<b>63,59</b>	<b>62,77</b>	<b>60,06</b>
<b>SD</b>	<b>0,62</b>	<b>0,48</b>	<b>0,69</b>	<b>0,37</b>	<b>1,24</b>

Tabel 14. Hasil pengukuran kelarutan dalam xilen (*Xylene soluble*)

No	RI 10 HO	HDPE 5 %	HDPE 10 %	HDPE 15 %	HDPE 20 %
1	6,62	6,49	5,94	5,56	5,19
2	6,67	6,5	5,94	5,56	5,12
<b>Rata-rata</b>	<b>6,645</b>	<b>6,495</b>	<b>5,94</b>	<b>5,56</b>	<b>5,155</b>

Tabel 15. Hasil pengukuran *notched izod impact*

No	RI 10 HO	HDPE 5%	HDPE 10%	HDPE 15%	HDPE 20%
1	63,324	73,775	86,919	92,128	95,044
2	31,605	71,758	82,267	91,545	99,708
3	62,178	71,758	86,919	97,959	92,105
4	65,903	74,352	90,698	95,918	89,474
5	67,908	70,029	93,023	87,172	87,135
6	58,739	72,911	93,895	84,84	87,755
7	69,341	77,522	95,64	84,548	84,257
<b>Rata-rata</b>	<b>59,857</b>	<b>73,158</b>	<b>89,909</b>	<b>90,587</b>	<b>90,782</b>
<b>SD</b>	<b>12,962</b>	<b>2,402</b>	<b>4,749</b>	<b>5,279</b>	<b>5,265</b>

Tabel 16. Hasil pengukuran kekilapan (*gloss*)

No	RI 10 HO	HDPE 5%	HDPE 10%	HDPE 15%	HDPE 20%
1	6,1	14,3	16,5	21,4	24,5
2	6,2	14,3	16,8	21,2	24,8
3	6,1	14,4	16,8	22,8	24,2
4	6,2	14,3	15,2	21,5	25,4
5	6,2	14	16,6	21,6	24,7
6	6,3	14,1	17,2	21,6	24,5
7	6,8	14,1	17,3	22,4	24,3
8	6,5	13,6	17,1	22,2	24,5
9	6,3	14,1	16,5	21,6	25
10	6	13,6	17,7	21,6	25,1
<b>Rata-rata</b>	<b>6,27</b>	<b>14,08</b>	<b>16,77</b>	<b>21,79</b>	<b>24,7</b>
<b>SD</b>	<b>0,23</b>	<b>0,28</b>	<b>0,67</b>	<b>0,5</b>	<b>0,38</b>

Tabel 17. Hasil pengukuran *gardner impact*

No	RI 10 HO	HDPE 5%	HDPE 10%	HDPE 15%	HDPE 20%
1	3	3	3,375	3,6375	3,75



Tabel 18. Hasil pengukuran kekabutan (*haze*)

No	RI 10 HO	HDPE 5 %	HDPE 10%	HDPE 15 %	HDPE 20 %
1	1,3	9,5	11,5	13,6	19,9
2	1,1	9,1	11,6	12,9	22,5
3	1,1	8,5	11,1	13,3	22,6
4	1,6	10,3	11,7	14,4	21,7
5	1,4	9,2	12,3	13,7	20,9
6	1,1	10,1	10,8	13,8	23,3
7	1,1	10,8	11	14,4	22,8
8	1	9,4	12	14,6	23,1
9	1,1	10,5	12,5	13,9	23,6
10	1	9,7	10,7	14,7	20,1
<b>Rata-rata</b>	<b>1,18</b>	<b>9,71</b>	<b>11,52</b>	<b>13,93</b>	<b>22,05</b>
<b>SD</b>	<b>0,19</b>	<b>0,71</b>	<b>0,62</b>	<b>0,58</b>	<b>1,33</b>

**LAMPIRAN 2. Perhitungan kelarutan dalam xilen, kekuatan tarik, *gardner impact***

1. Kelarutan dalam xilen (*Xylene Soluble*)

Diketahui : Berat sampel (A) : 2,0030 gr

Berat cawan (W1) : 46,6462 gr

Berat cawan + filtrat : 46,8239 gr

Blank : 0,2228 gr

Rumus

$$\% XS : \frac{2(W2 - W1) - B}{A} \times 100 \%$$

$$: \frac{2 \times (46,8239 - 46,6462) - 0,2228}{2,00030} \times 100 \%$$

$$: 6,62 \%$$

2. Kekuatan tarik (*Tensile strenght at yield*)

Diketahui : Ketebalan : 3,46 cm

Lebar : 12,78 cm

Load : 1125 kg

Rumus

$$\text{Tensile strenght} : \frac{\text{load} \times 100}{\text{tebal} \times \text{lebar} \times 9,81}$$

$$: \frac{1125 \times 100}{12,78 \times 3,46 \times 9,81}$$

$$: 259,344 \text{ kg/cm}^2$$

## 3. Gardner impact

KETINGGIAN SAMPEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	WxN	
15						X				X				X								11,25
12,5	X		X		O		X		O		X		O		X		X		X			31,25
10		O		O				O				O				O		O		O		17,5
<b>TOTAL</b>																					<b>60</b>	

Perhitungan :

$$I = \frac{W \times N}{20}$$

Dimana :

I : Energi impak

W: berat x ketinggian

N : Jumlah sampel

X : Sampel pecah

O : Sampel tidak pecah

Diketahui : Berat beban : 0,25 kg

Jumlah sampel : 20

$$I = \frac{(15 \times 0,25 \times 3) + (12,5 \times 0,25 \times 10) + (10 \times 0,25 \times 7)}{20}$$

$$= 3 \text{ kg.cm}$$

### Lampiran 3. Analisis Anova Satu Arah

#### 1. Indeks cepat alir

##### Descriptives

MELT FLOW								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RI10HO	5	8.84660	.081797	.036581	8.74504	8.94816	8.736	8.942
HDPE 5%	5	9.92580	.148656	.066481	9.74122	10.11038	9.731	10.069
HDPE 10%	5	10.20360	.020256	.009059	10.17845	10.22875	10.185	10.234
HDPE 15%	5	10.12400	.074017	.033101	10.03210	10.21590	10.031	10.204
HDPE 20%	5	10.59020	.058243	.026047	10.51788	10.66252	10.528	10.652
Total	25	9.93804	.604198	.120840	9.68864	10.18744	8.736	10.652

##### Test of Homogeneity of Variances

MELT FLOW			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.960	4	20	.006

##### Uji hipotesis

- a.  $H_0$  = Data antar sampel memiliki variansi yang sama  
 $H_1$  = Data antar sampel memiliki variansi yang tidak sama
- b.  $\alpha = 5\%$
- c.  $P\text{-value} > \alpha$ , maka terima  $H_0$   
 $P\text{-value} < \alpha$ , maka tolak  $H_0$

Dari uji di atas nilai  $P\text{-value} = 0,006 < \alpha (0,05)$ , maka keputusannya tolak  $H_0$ , jadi variansi data indeks cepat alir tidak seragam. Sehingga digunakan anova satu arah dengan koreksi Welch

### Robust Tests of Equality of Means

#### MELT FLOW

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	325.640	4	8.817	.000

a. Asymptotically F distributed.

#### Uji hipotesis

a.  $H_0$  = Tidak ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai indeks cepat alir

$H_1$  = Ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai indeks cepat alir

b.  $\alpha = 5\%$

c. P-value >  $\alpha$ , maka terima  $H_0$

P-value <  $\alpha$ , maka tolak  $H_0$

Dari uji di atas nilai P-value = 0,000 <  $\alpha$  (0,05), maka keputusannya tolak

$H_0$ , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai indeks cepat alir

### Homogeneous Subsets

#### MELT FLOW

#### Tukey HSD<sup>a</sup>

KONSENTRASI	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
RI10HO	5	8.84660			
HDPE 5%	5		9.92580		
HDPE 15%	5			10.12400	
HDPE 10%	5			10.20360	
HDPE 20%	5				10.59020
Sig.		1.000	1.000	.609	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

## 2. Kekuatan tarik

## Descriptives

TENSILE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					RI10HO	10		
HDPE 5%	10	281.61250	2.199811	.695641	280.03885	283.18615	278.098	284.327
HDPE 10%	10	282.31620	1.570330	.496582	281.19285	283.43955	279.115	284.149
HDPE 15%	10	288.60590	.842201	.266327	288.00343	289.20837	287.370	289.994
HDPE 20%	10	293.28160	.686966	.217238	292.79017	293.77303	292.281	294.150
Total	50	282.04346	10.094597	1.427592	279.17461	284.91231	259.344	294.150

## Test of Homogeneity of Variances

TENSILE			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
7.784	4	45	.000

## Uji hipotesis

- a.  $H_0$  = Data antar sampel memiliki variansi yang sama  
 $H_1$  = Data antar sampel memiliki variansi yang tidak sama
- b.  $\alpha = 5\%$
- c.  $P\text{-value} > \alpha$ , maka terima  $H_0$

$P\text{-value} < \alpha$ , maka tolak  $H_0$

Dari uji di atas nilai  $P\text{-value} = 0,000 < \alpha (0,05)$ , maka keputusannya tolak

$H_0$ , jadi variansi data kekuatan tarik tidak seragam. Sehingga digunakan

anova satu arah dengan koreksi Welch

### Robust Tests of Equality of Means

TENSILE

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	269.018	4	21.333	.000

a. Asymptotically F distributed.

### Uji hipotesis

a.  $H_0$  = Tidak ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai kekuatan tarik

$H_1$  = Ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai kekuatan tarik

b.  $\alpha = 5\%$

c. P-value  $> \alpha$ , maka terima  $H_0$

P-value  $< \alpha$ , maka tolak  $H_0$

Dari uji di atas nilai P-value = 0,000  $< \alpha$  (0,05), maka keputusannya tolak

$H_0$ , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai kekuatan tarik.

### Homogeneous Subsets

#### TENSILE

Tukey HSD<sup>a</sup>

KONSENTRASI	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
R110HO	10	264.40110			
HDPE 5%	10		281.61250		
HDPE 10%	10		282.31620		
HDPE 15%	10			288.60590	
HDPE 20%	10				293.28160
Sig.		1.000	.936	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

### 3. Kekabutan

#### Descriptives

HAZE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					RI10H0	10		
HDPE 5%	10	9.71000	.710946	.224821	9.20142	10.21858	8.500	10.800
HDPE 10%	10	11.52000	.621468	.196525	11.07543	11.96457	10.700	12.500
HDPE 15%	10	13.93000	.588878	.186220	13.50874	14.35126	12.900	14.700
HDPE 20%	10	22.05000	1.333542	.421703	21.09604	23.00396	19.900	23.600
Total	50	11.67800	6.843805	.967860	9.73301	13.62299	1.000	23.600

#### Test of Homogeneity of Variances

HAZE				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
8.272	4	45	.000	

#### Uji hipotesis

- Ho = Data antar sampel memiliki variansi yang sama  
H1 = Data antar sampel memiliki variansi yang tidak sama
- $\alpha = 5\%$
- P-value  $> \alpha$ , maka terima Ho

P-value  $< \alpha$ , maka tolak Ho

Dari uji di atas nilai P-value = 0,000  $< \alpha$  (0,05), maka keputusannya tolak

Ho, jadi variansi data kekabutan tidak seragam. Sehingga digunakan anova

satu arah dengan koreksi Welch



### Robust Tests of Equality of Means

HAZE

	Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	2023.345	4	19.954	.000

a. Asymptotically F distributed.

### Uji hipotesis

a.  $H_0$  = Tidak ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai kekabutan

$H_1$  = Ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai kekabutan

b.  $\alpha = 5\%$

c. P-value  $> \alpha$ , maka terima  $H_0$

P-value  $< \alpha$ , maka tolak  $H_0$

Dari uji di atas nilai P-value = 0.000  $< \alpha$  (0.05), maka keputusannya tolak

$H_0$ , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai kekabutan

### Homogeneous Subsets

Tukey HSD<sup>a</sup>

KONSENTRASI	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
RI10HO	10	1.18000				
HDPE 5%	10		9.71000			
HDPE 10%	10			11.52000		
HDPE 15%	10				13.93000	
HDPE 20%	10					22.05000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

#### 4. Notched izod impact

##### Descriptives

IZOD IMPACT								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RI10HO	7	59.85686	12.962456	4.899348	47.86859	71.84513	31.605	69.341
HDPE 5%	7	73.15786	2.402168	.907934	70.93622	75.37949	70.029	77.522
HDPE 10%	7	89.90871	4.749253	1.795049	85.51639	94.30104	82.267	95.640
HDPE 15%	7	90.58714	5.279175	1.995341	85.70472	95.46957	84.548	97.959
HDPE 20%	7	90.78257	5.265268	1.990084	85.91301	95.65213	84.257	99.708
Total	35	80.85863	14.286486	2.414857	75.95105	85.76621	31.605	99.708

##### Test of Homogeneity of Variances

IZOD IMPACT				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
1.903	4	30	.136	

##### Uji hipotesis

- a.  $H_0$  = Data antar sampel memiliki variansi yang sama  
 $H_1$  = Data antar sampel memiliki variansi yang tidak sama
- b.  $\alpha = 5\%$
- c.  $P\text{-value} > \alpha$ , maka terima  $H_0$   
 $P\text{-value} < \alpha$ , maka tolak  $H_0$

Dari uji di atas nilai  $P\text{-value} = 0,136 > \alpha (0,05)$ , maka keputusannya terima

$H_0$ , jadi variansi data kebutuhan seragam.

## ANOVA

## IZOD IMPACT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5427.863	4	1356.966	26.930	.000
Within Groups	1511.663	30	50.389		
Total	6939.526	34			

## Uji hipotesis

a.  $H_0$  = Tidak ada pengaruh konsentrasi terhadap *notched izod impact*

$H_1$  = Ada pengaruh konsentrasi terhadap *notched izod impact*

b.  $\alpha = 5\%$

c. P-value  $> \alpha$ , maka terima  $H_0$

P-value  $< \alpha$ , maka tolak  $H_0$

Dari uji di atas nilai P-value = 0,000  $< \alpha$  (0,05), maka keputusannya tolak

$H_0$ , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai *notched izod impact*.

## Homogeneous Subsets

## IZOD IMPACT

Tukey HSD<sup>a</sup>

KONSENTRASI	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
RI10HO	7	59.85686		
HDPE 5%	7		73.15786	
HDPE 10%	7			89.90871
HDPE 15%	7			90.58714
HDPE 20%	7			90.78257
Sig.		1.000	1.000	.999

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.000.

## 5. Derajat kekuningan

## Descriptives

## YELLOWNESS INDEX

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RI10HO	5	-9.93600	.246028	.110027	-10.24148	-9.63052	-10.160	-9.550
HDPE 5%	5	-7.61600	.106911	.047812	-7.74875	-7.48325	-7.770	-7.520
HDPE 10%	5	-7.15400	.063087	.028213	-7.23233	-7.07567	-7.250	-7.080
HDPE 15%	5	-6.93400	.069138	.030919	-7.01985	-6.84815	-7.040	-6.870
HDPE 20%	5	-6.34400	.098387	.044000	-6.46616	-6.22184	-6.470	-6.230
Total	25	-7.59680	1.270616	.254123	-8.12128	-7.07232	-10.160	-6.230

## Test of Homogeneity of Variances

## YELLOWNESS INDEX

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.091	4	20	.120

## Uji hipotesis

- a.  $H_0$  = Data antar sampel memiliki variansi yang sama  
 $H_1$  = Data antar sampel memiliki variansi yang tidak sama
- b.  $\alpha = 5\%$
- c.  $P\text{-value} > \alpha$ , maka terima  $H_0$   
 $P\text{-value} < \alpha$ , maka tolak  $H_0$

Dari uji di atas nilai  $P\text{-value} = 0,120 > \alpha (0,05)$ , maka keputusannya terima

$H_0$ , jadi variansi data kekabutan seragam.

## ANOVA

## YELLOWNESS INDEX

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	38.386	4	9.596	530.774	.000
Within Groups	.362	20	.018		
Total	38.747	24			

## Uji hipotesis

a.  $H_0$  = Tidak ada pengaruh konsentrasi terhadap derajat kekuningan

$H_1$  = Ada pengaruh konsentrasi terhadap derajat kekuningan

b.  $\alpha = 5\%$

c. P-value  $> \alpha$ , maka terima  $H_0$

P-value  $< \alpha$ , maka tolak  $H_0$

Dari uji di atas nilai P-value =  $0,000 < \alpha (0,05)$ , maka keputusannya tolak

$H_0$ , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai derajat kekuningan.

## Homogeneous Subsets

## YELLOWNESS INDEX

Tukey HSD<sup>a</sup>

KONSENTRASI	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
RI10HO	5	-9.93600			
HDPE 5%	5		-7.61600		
HDPE 10%	5			-7.15400	
HDPE 15%	5			-6.93400	
HDPE 20%	5				-6.34400
Sig.		1.000	1.000	.111	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

## 6. Perpanjangan

## Descriptives

ELONGATION

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RI10HO	10	12.43900	.580679	.183627	12.02361	12.85439	11.510	13.260
HDPE 5%	10	11.81200	.669059	.211575	11.33338	12.29062	10.220	12.540
HDPE 10%	10	11.85300	.626455	.198102	11.40486	12.30114	11.060	12.950
HDPE 15%	10	10.55200	.399077	.126199	10.26652	10.83748	10.010	11.360
HDPE 20%	10	10.48000	.429573	.135843	10.17270	10.78730	9.890	11.070
Total	50	11.42720	.946016	.133787	11.15835	11.69605	9.890	13.260

## Test of Homogeneity of Variances

ELONGATION

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.949	4	45	.445

## Uji hipotesis

- Ho = Data antar sampel memiliki variansi yang sama  
H1 = Data antar sampel memiliki variansi yang tidak sama
- $\alpha = 5\%$
- P-value  $> \alpha$ , maka terima Ho

P-value  $< \alpha$ , maka tolak Ho

Dari uji di atas nilai P-value = 0,445  $> \alpha$  (0,05), maka keputusannya terima

Ho, jadi variansi data kekabutan seragam.

## ANOVA

## ELONGATION

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	30.163	4	7.541	24.787	.000
Within Groups	13.690	45	.304		
Total	43.852	49			

## Uji hipotesis

a.  $H_0$  = Tidak ada pengaruh konsentrasi terhadap perpanjangan

$H_1$  = Ada pengaruh konsentrasi terhadap perpanjangan

b.  $\alpha = 5\%$

d. P-value  $> \alpha$ , maka terima  $H_0$

P-value  $< \alpha$ , maka tolak  $H_0$

Dari uji di atas nilai P-value = 0,000  $< \alpha$  (0,05), maka keputusannya tolak

$H_0$ , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai perpanjangan.

## Homogeneous Subsets

## ELONGATION

Tukey HSD<sup>a</sup>

KONSENTRASI	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
HDPE 20%	10	10.48000	
HDPE 15%	10	10.55200	
HDPE 5%	10		11.81200
HDPE 10%	10		11.85300
R110HO	10		12.43900
Sig.		.998	.099

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

## 7. Kekerasan

## Descriptives

HARDNESS	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					RI10HO	10		
HDPE 5%	10	68.47000	.476212	.150591	68.12934	68.81066	67.800	69.500
HDPE 10%	10	63.59000	.693542	.219317	63.09387	64.08613	62.500	64.900
HDPE 15%	10	62.77000	.371334	.117426	62.50436	63.03564	62.200	63.200
HDPE 20%	10	60.06000	1.245615	.393898	59.16894	60.95106	57.700	62.400
Total	50	64.45600	3.199053	.452414	63.54684	65.36516	57.700	69.500

## Test of Homogeneity of Variances

HARDNESS			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.473	4	45	.058

## Uji hipotesis

- a.  $H_0$  = Data antar sampel memiliki variansi yang sama  
 $H_1$  = Data antar sampel memiliki variansi yang tidak sama
- b.  $\alpha = 5\%$
- c.  $P\text{-value} > \alpha$ , maka terima  $H_0$

$P\text{-value} < \alpha$ , maka tolak  $H_0$

Dari uji di atas nilai  $P\text{-value} = 0,058 > \alpha (0,05)$ , maka keputusannya terima

$H_0$ , jadi variansi data kekerasan seragam.



## ANOVA

## HARDNESS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	476.379	4	119.095	213.653	.000
Within Groups	25.084	45	.557		
Total	501.463	49			

## Uji hipotesis

a.  $H_0$  = Tidak ada pengaruh konsentrasi terhadap kekerasan

$H_1$  = Ada pengaruh konsentrasi terhadap kekerasan

b.  $\alpha = 5\%$

c. P-value >  $\alpha$ , maka terima  $H_0$

P-value <  $\alpha$ , maka tolak  $H_0$

Dari uji di atas nilai P-value = 0,000 <  $\alpha$  (0,05), maka keputusannya tolak

$H_0$ , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai kekerasan.

## Homogeneous Subsets

## HARDNESS

Tukey HSD<sup>a</sup>

KONSENTRASI	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
HDPE 20%	10	60.06000			
HDPE 15%	10		62.77000		
HDPE 10%	10		63.59000		
RI10HO	10			67.39000	
HDPE 5%	10				68.47000
Sig.		1.000	.119	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

## 8. Kekilapan

## Descriptives

GLOSS

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RI10HO	10	6.27000	.231181	.073106	6.10462	6.43538	6.000	6.800
HDPE 5%	10	14.08000	.282056	.089194	13.87823	14.28177	13.600	14.400
HDPE 10%	10	16.77000	.673383	.212942	16.28829	17.25171	15.200	17.700
HDPE 15%	10	21.79000	.504315	.159478	21.42923	22.15077	21.200	22.800
HDPE 20%	10	24.70000	.377124	.119257	24.43022	24.96978	24.200	25.400
Total	50	16.72200	6.490882	.917949	14.87731	18.56669	6.000	25.400

## Test of Homogeneity of Variances

GLOSS

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.992	4	45	.112

## Uji hipotesis

- a Ho = Data antar sampel memiliki variansi yang sama  
 H1 = Data antar sampel memiliki variansi yang tidak sama
- b  $\alpha = 5\%$
- c P-value >  $\alpha$ , maka terima Ho

P-value <  $\alpha$ , maka tolak Ho

Dari uji di atas nilai P-value = 0,112 >  $\alpha$  (0,05), maka keputusannya terima

Ho, jadi variansi data kekilapan seragam.

## ANOVA

GLOSS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2055.599	4	513.900	2613.935	.000
Within Groups	8.847	45	.197		
Total	2064.446	49			

## Uji hipotesis

a.  $H_0$  = Tidak ada pengaruh konsentrasi terhadap kekilapan

$H_1$  = Ada pengaruh konsentrasi terhadap kekilapan

b.  $\alpha = 5\%$

c. P-value  $> \alpha$ , maka terima  $H_0$

P-value  $< \alpha$ , maka tolak  $H_0$

Dari uji di atas nilai P-value = 0,000  $< \alpha$  (0,05), maka keputusannya tolak

$H_0$ , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai kekilapan.

## Homogeneous Subsets

GLOSS

Tukey HSD<sup>a</sup>

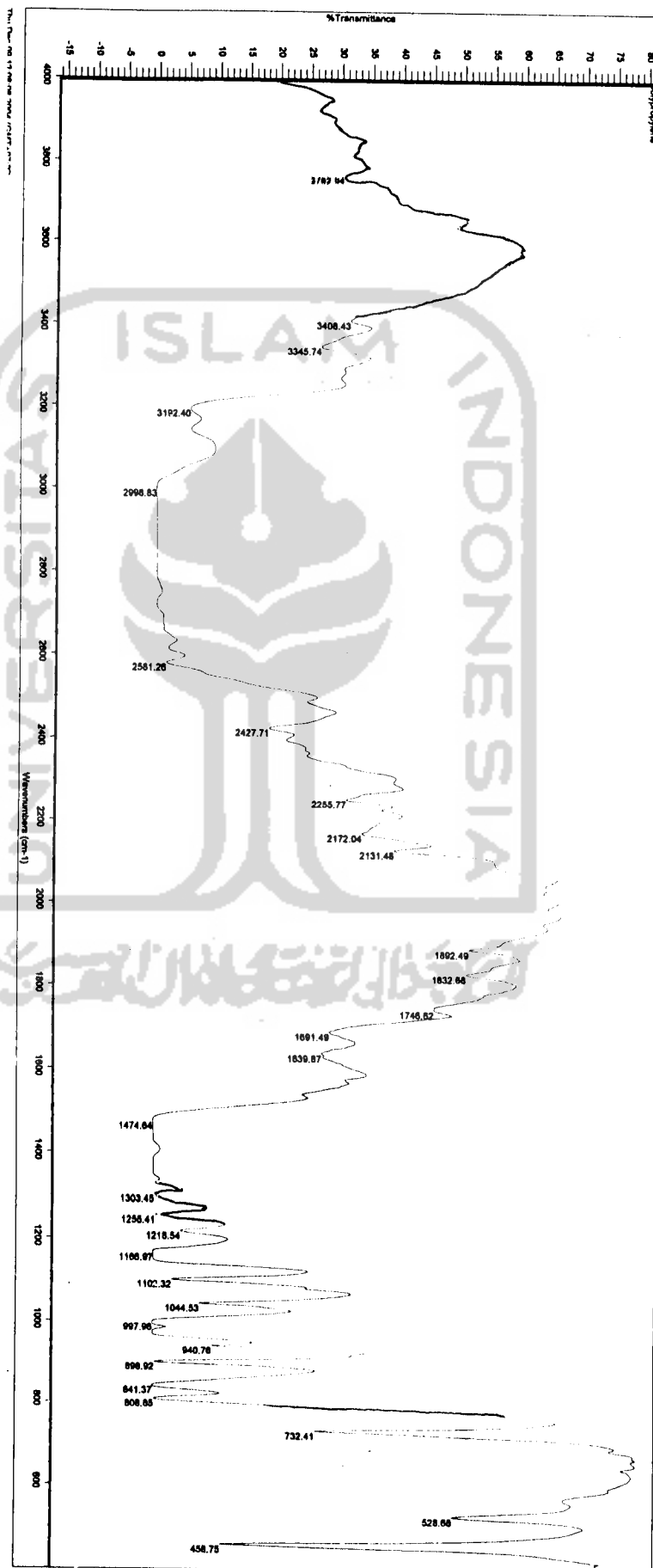
KONSENTRASI	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
RI10HO	10	6.27000				
HDPE 5%	10		14.08000			
HDPE 10%	10			16.77000		
HDPE 15%	10				21.79000	
HDPE 20%	10					24.70000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

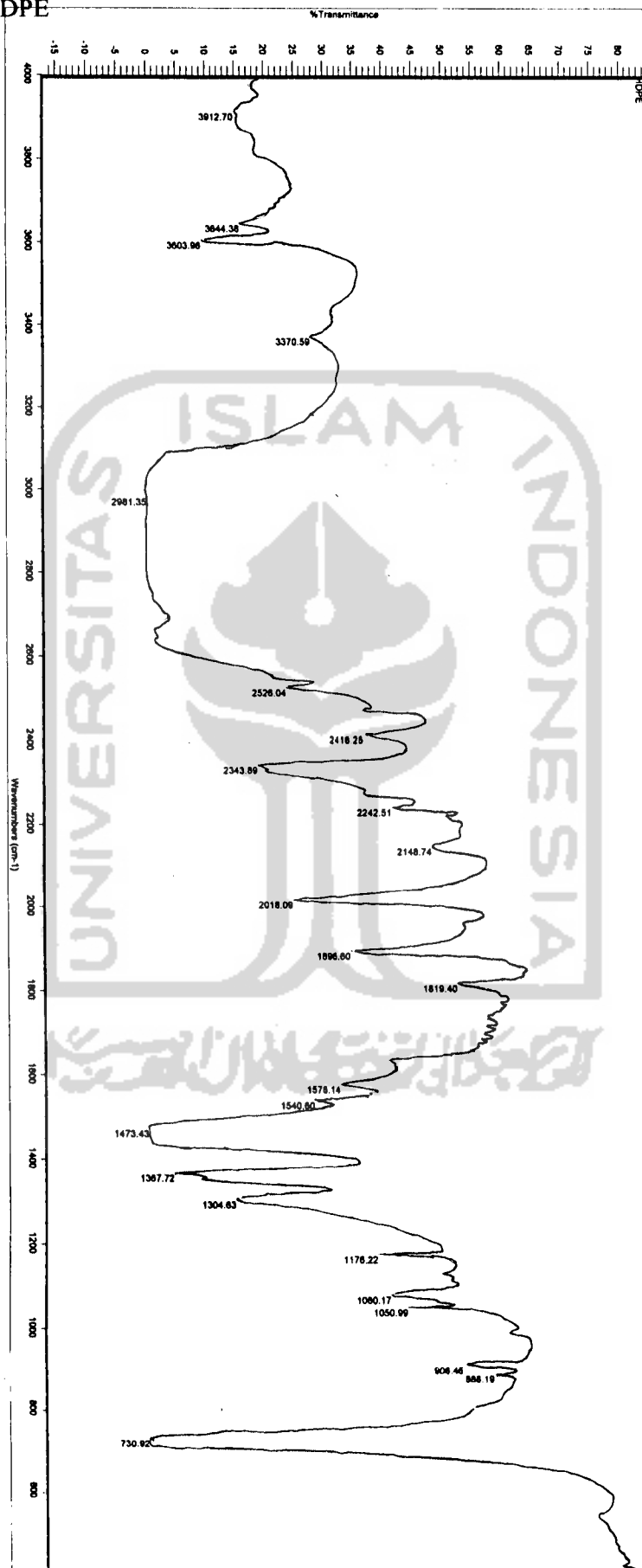
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

#### Lampiran 4. Spektra IR RI10HO, HDPE dan polipaduannya

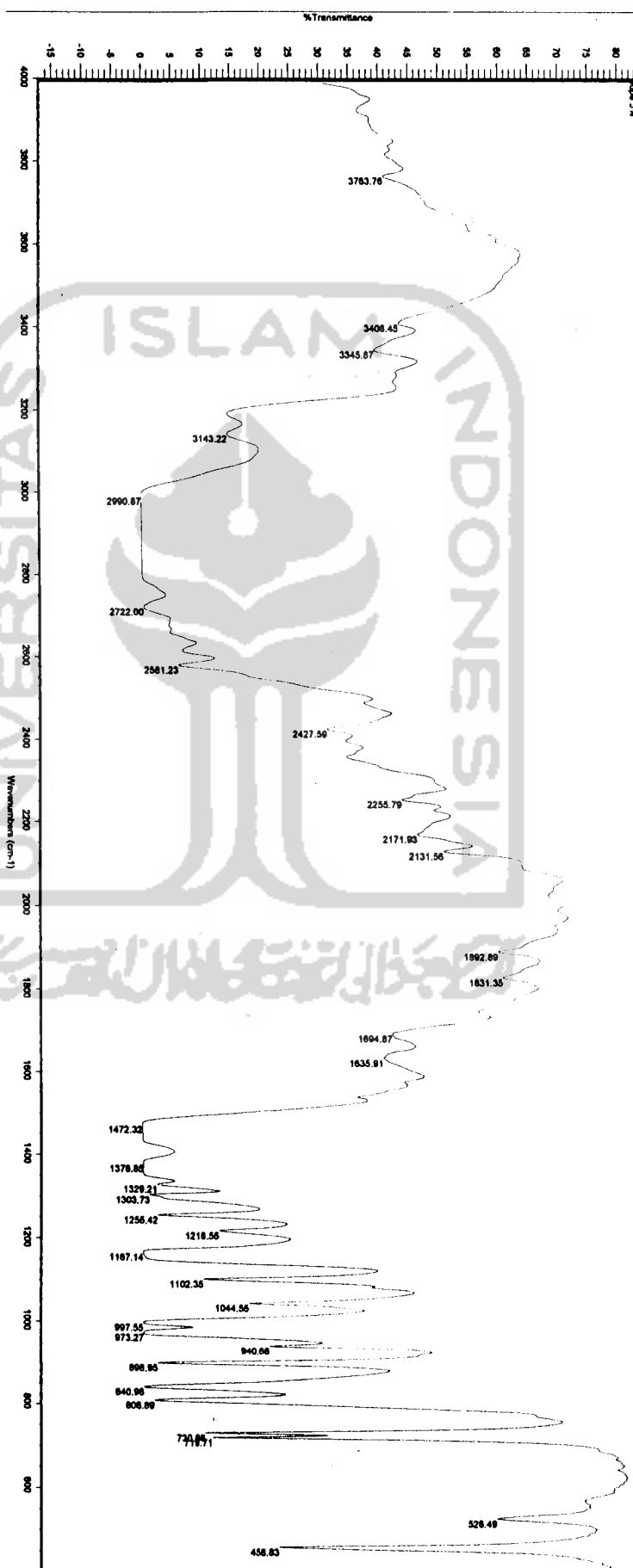
##### a. Spektra RI10HO



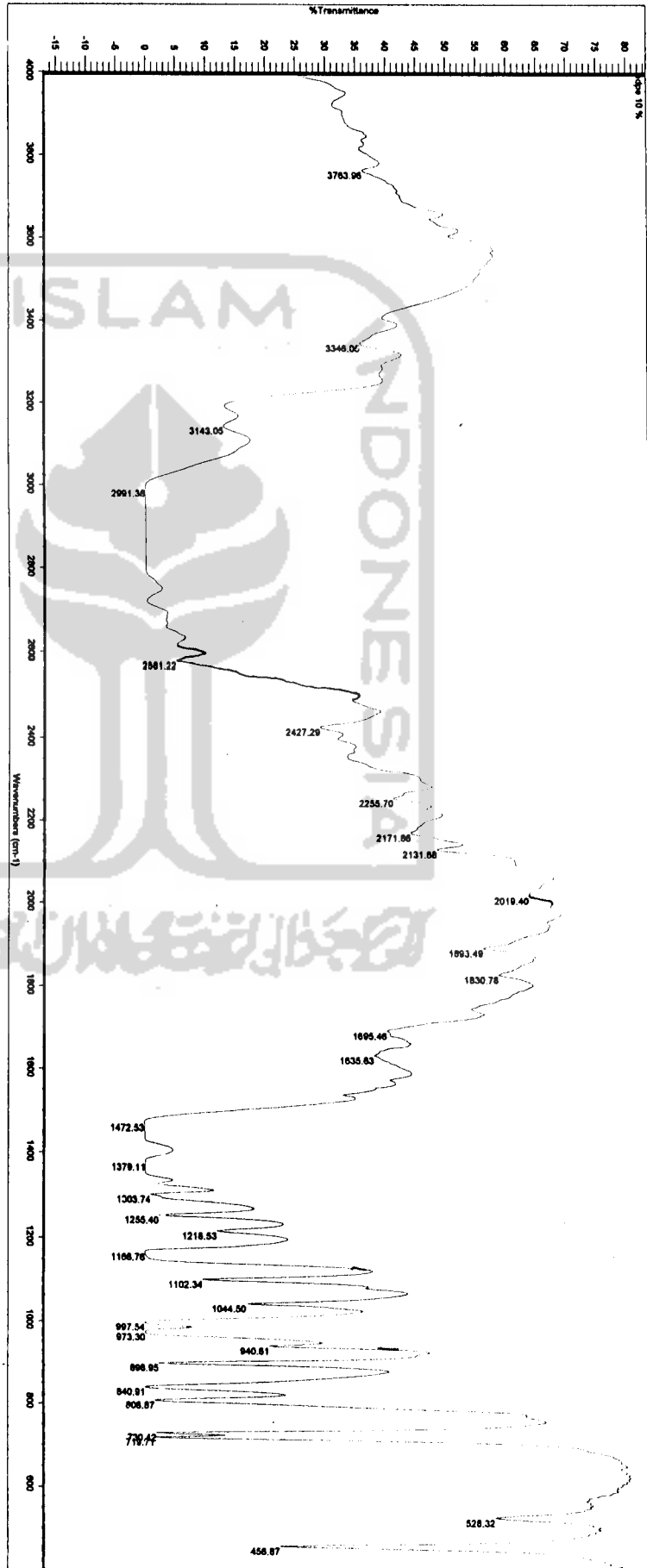
## b. Spektra IR HDPE



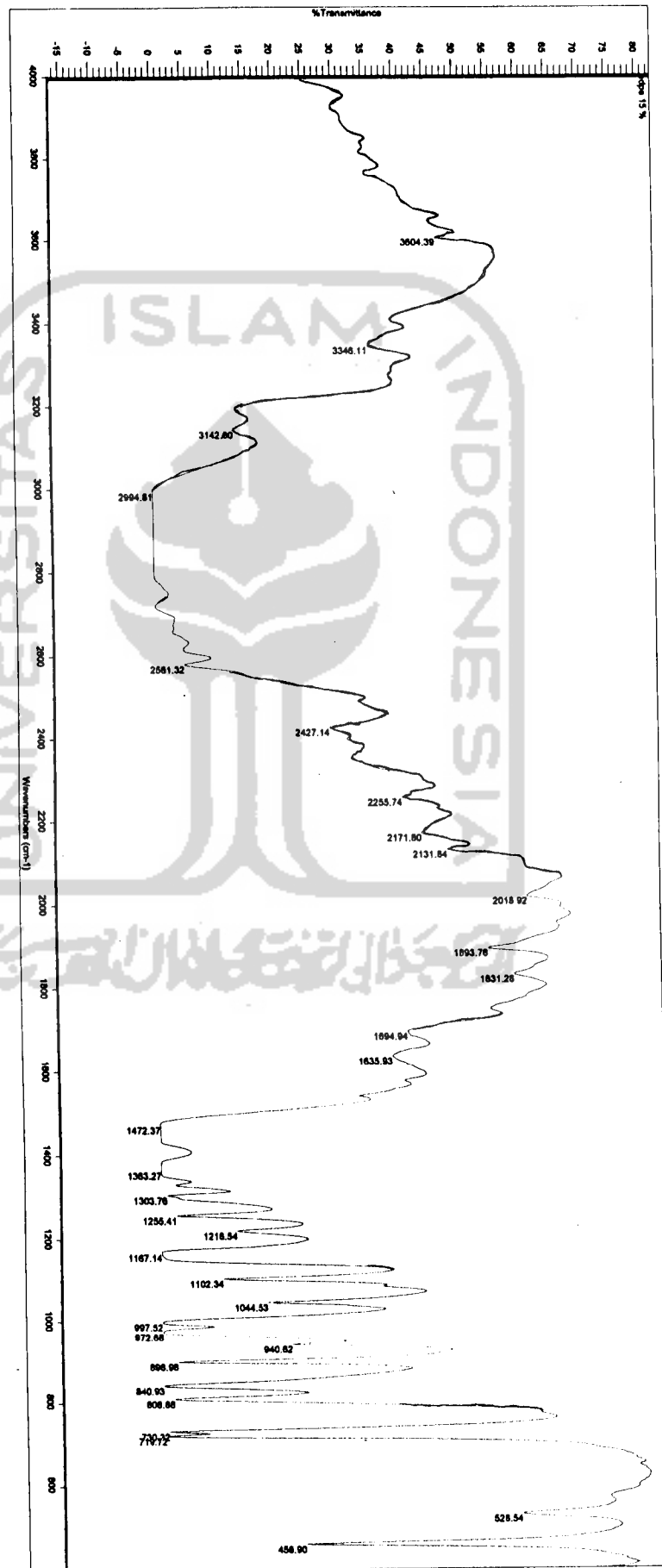
## c. Spektra IR RI10HO + HDPE 5 %



d. Spektra IR RI10HO + HDPE 10 %

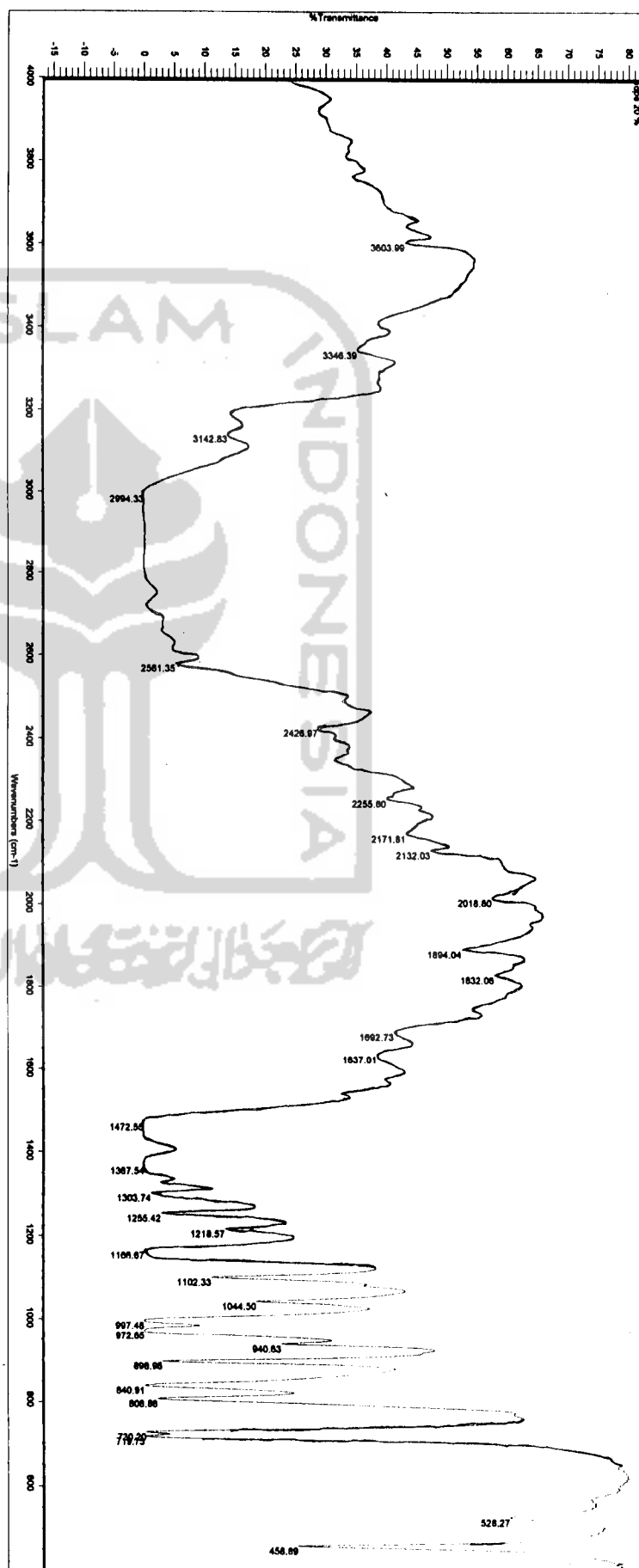


## e. Spektra IR RI10HO + HDPE 15 %



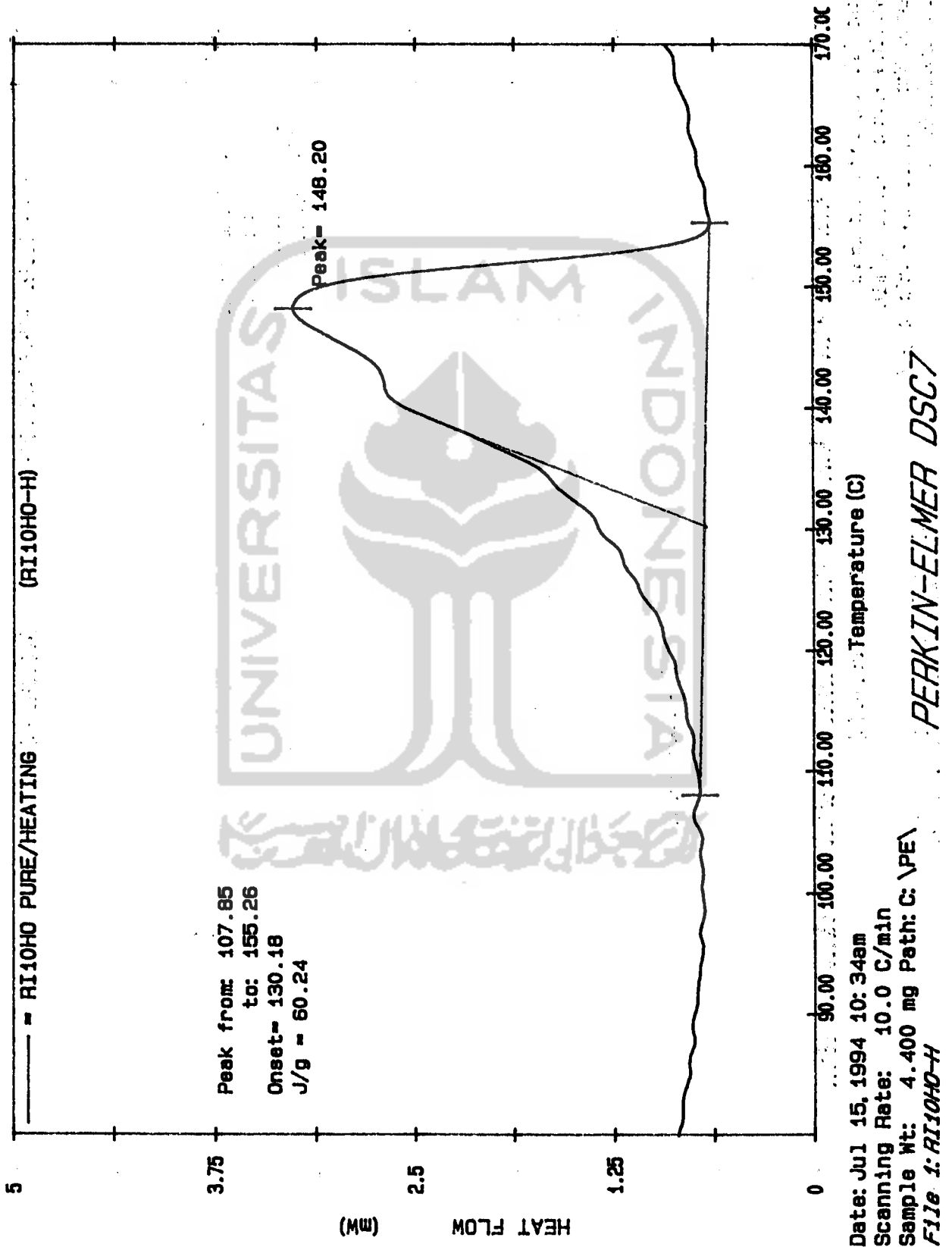


## f. Spektra IR RI10HO + HDPE 20 %

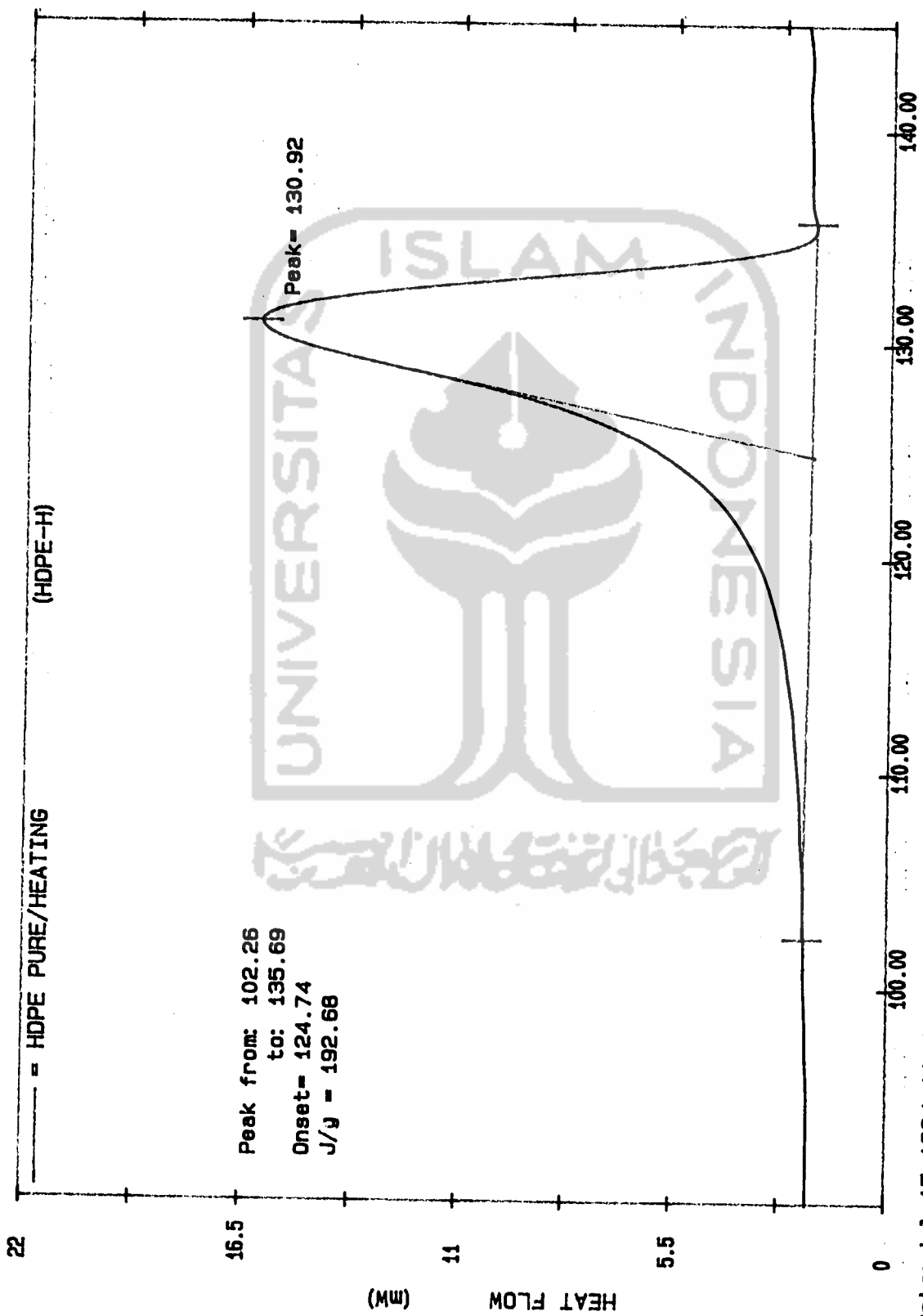


Lampiran 5. Termogram RI10HO, HDPE dan polipaduannya

a. Pemanasan RI10HO



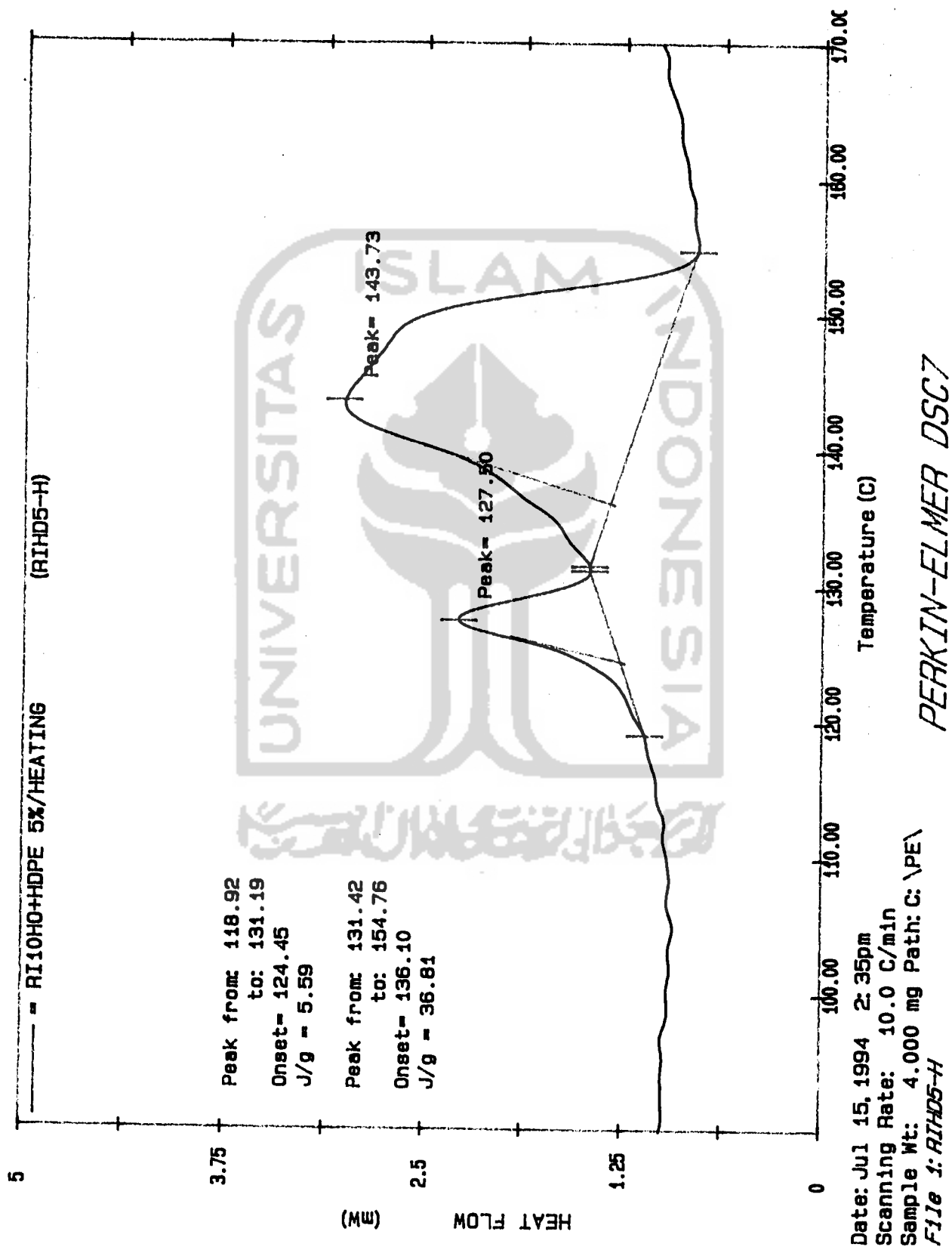
b. Pemanasan HDPE



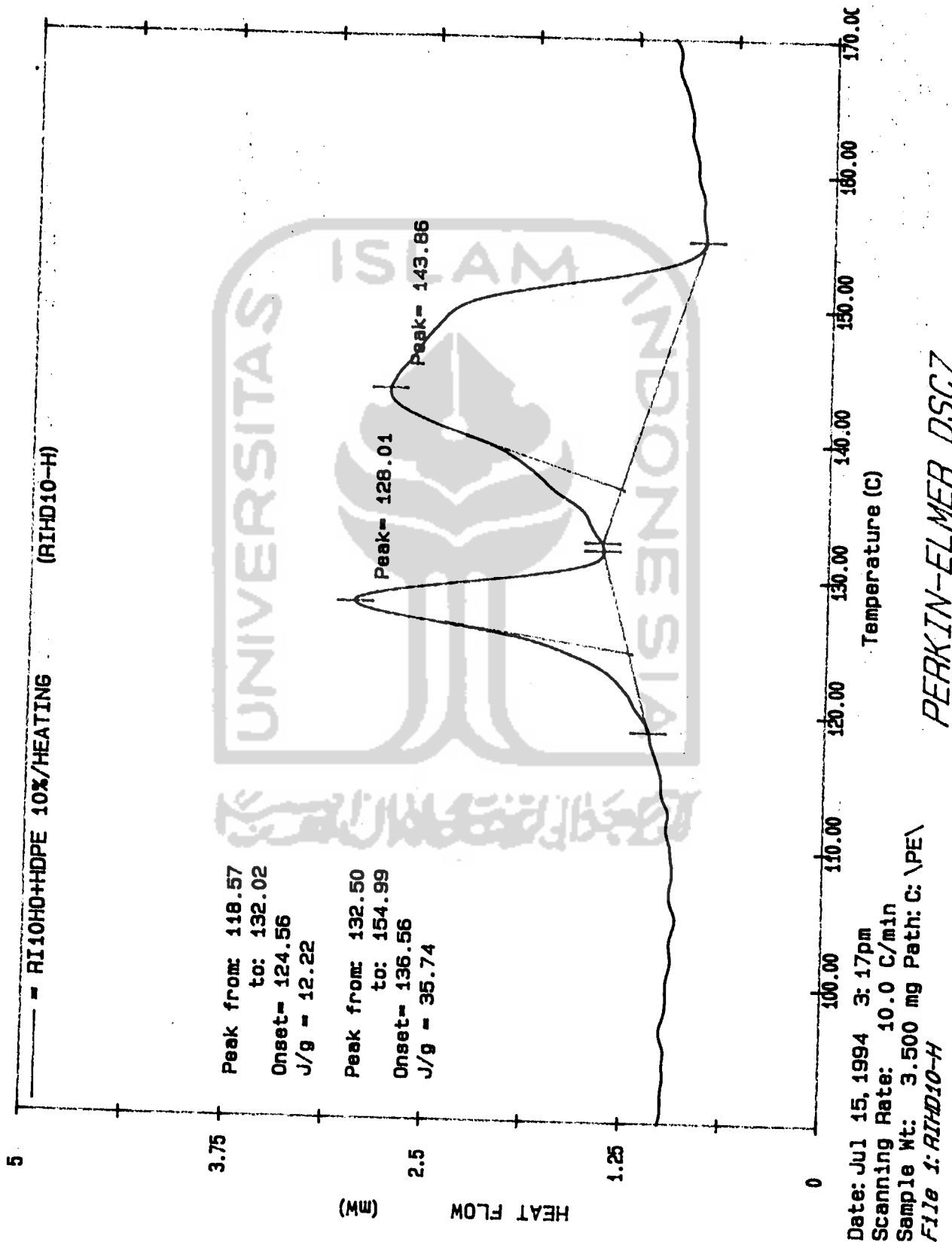
Date: Jul 15, 1994 11: 41am  
Scanning Rate: 10.0 C/min  
Sample Wt: 3.200 mg Path: C:\PE\  
File 1: HDPE-H

PERKIN-ELMER DSC7

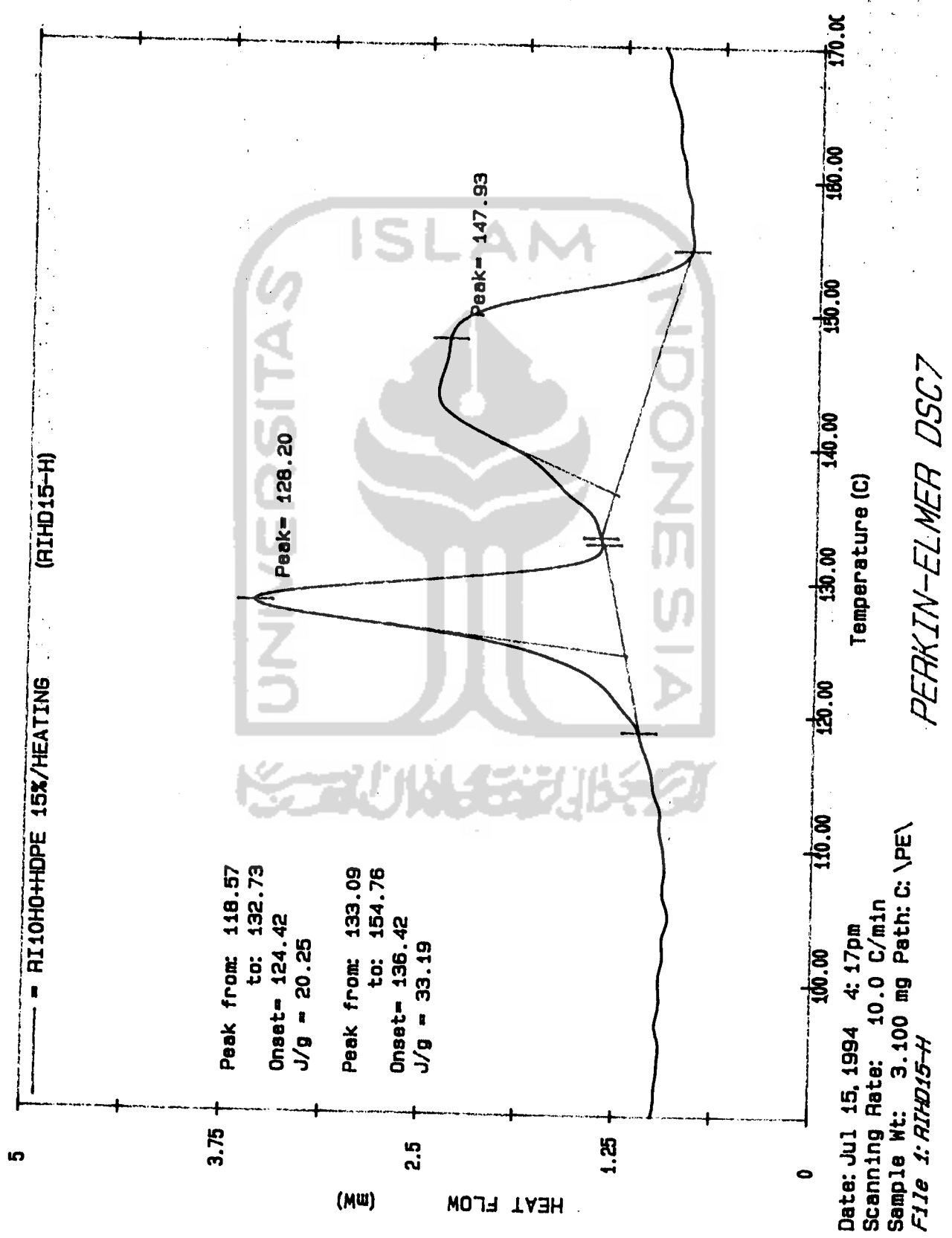
c. Pemanasan RI10HO + HDPE 5 %



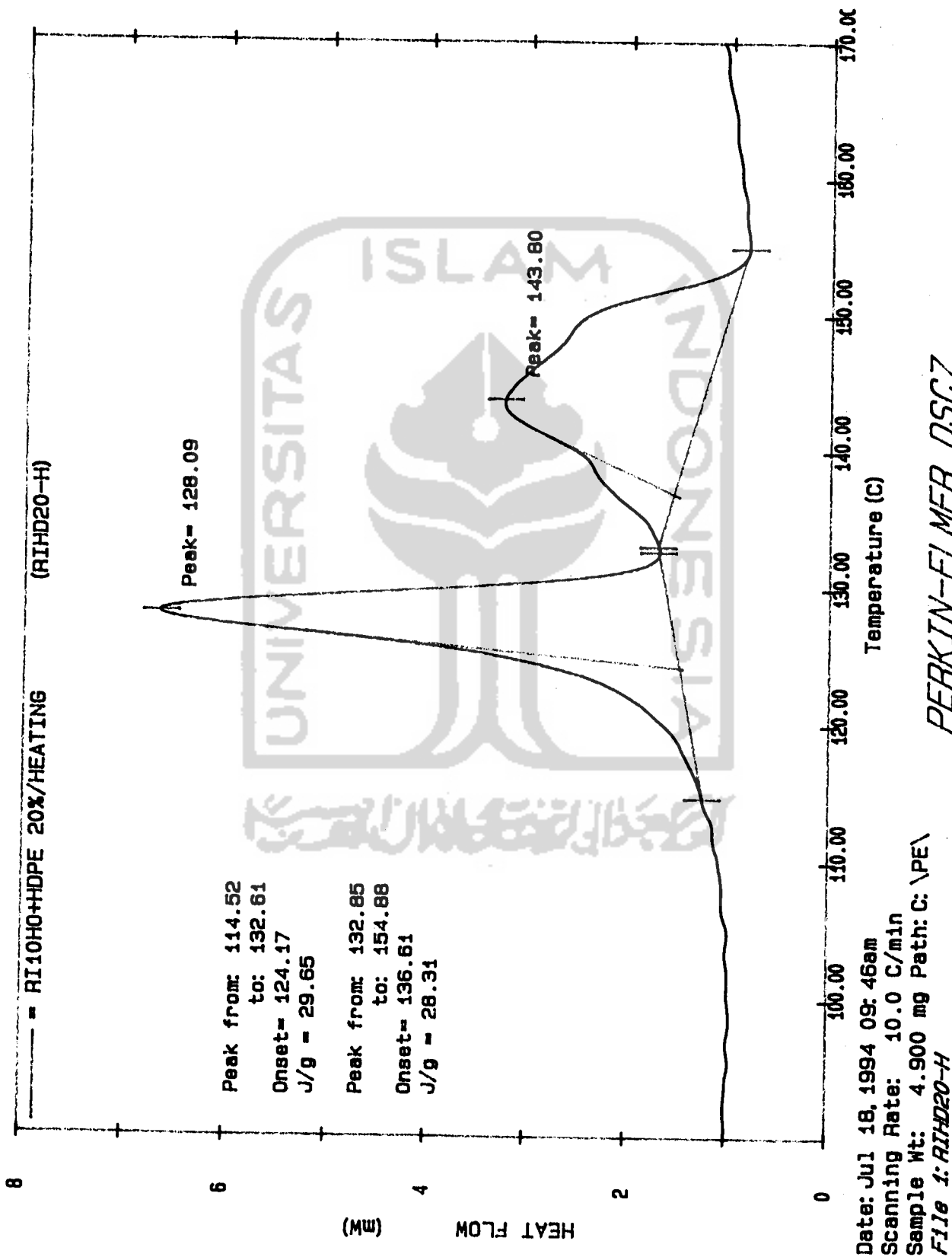
d. Pemanasan RI10HO + HDPE 10 %



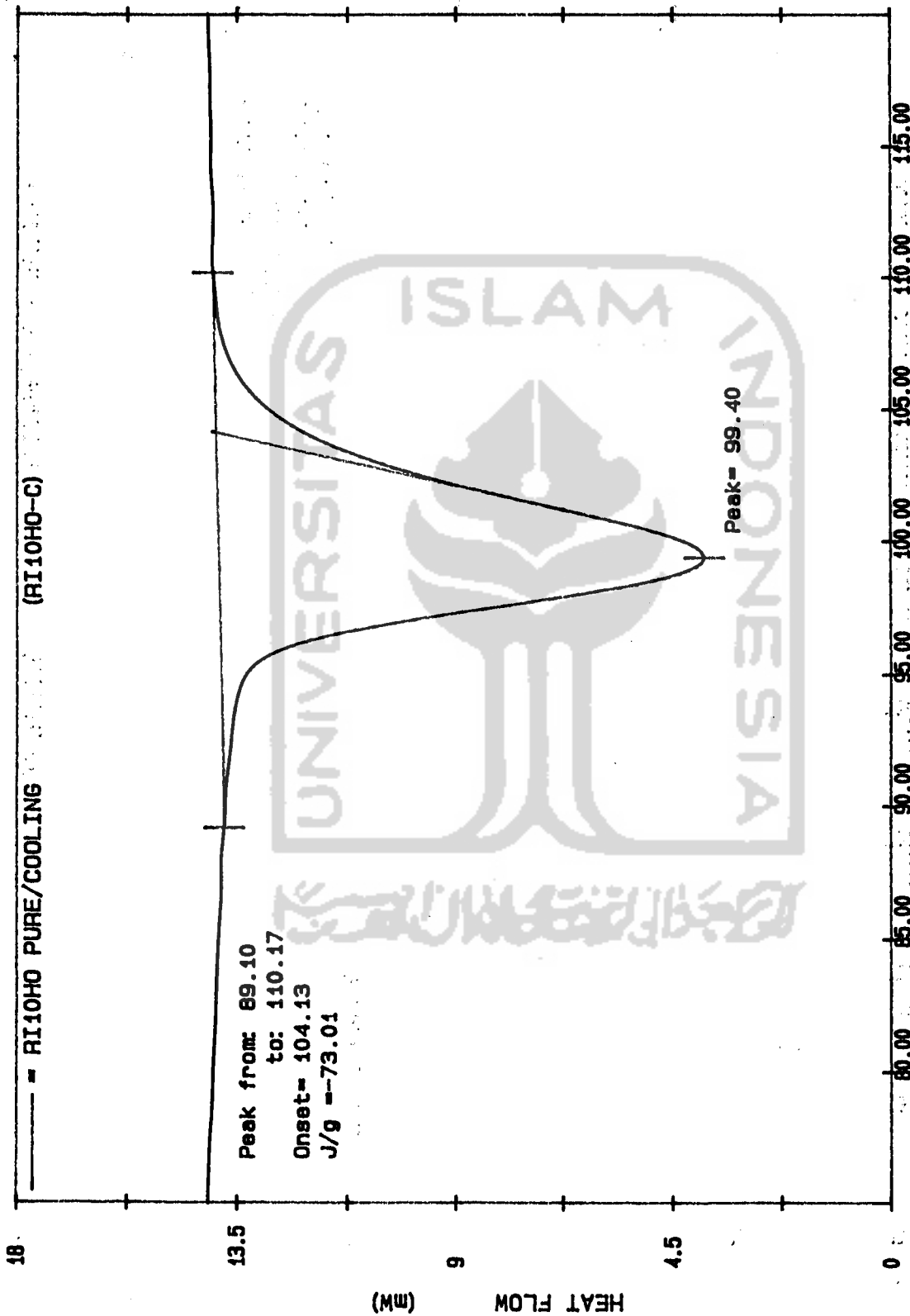
e. Pemanasan RI10HO + HDPE 15 %



f. Pemanasan RI10HO + HDPE 20 %

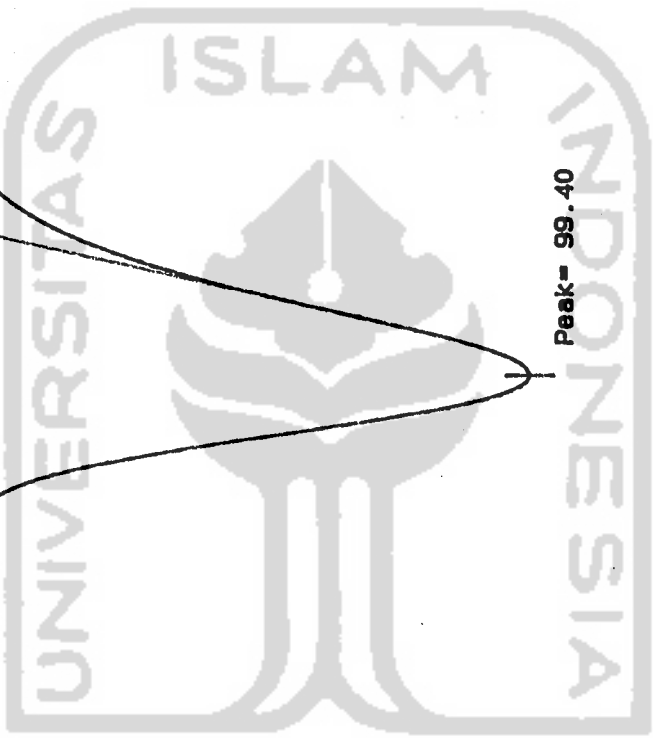


g. Pendinginan RI10HO



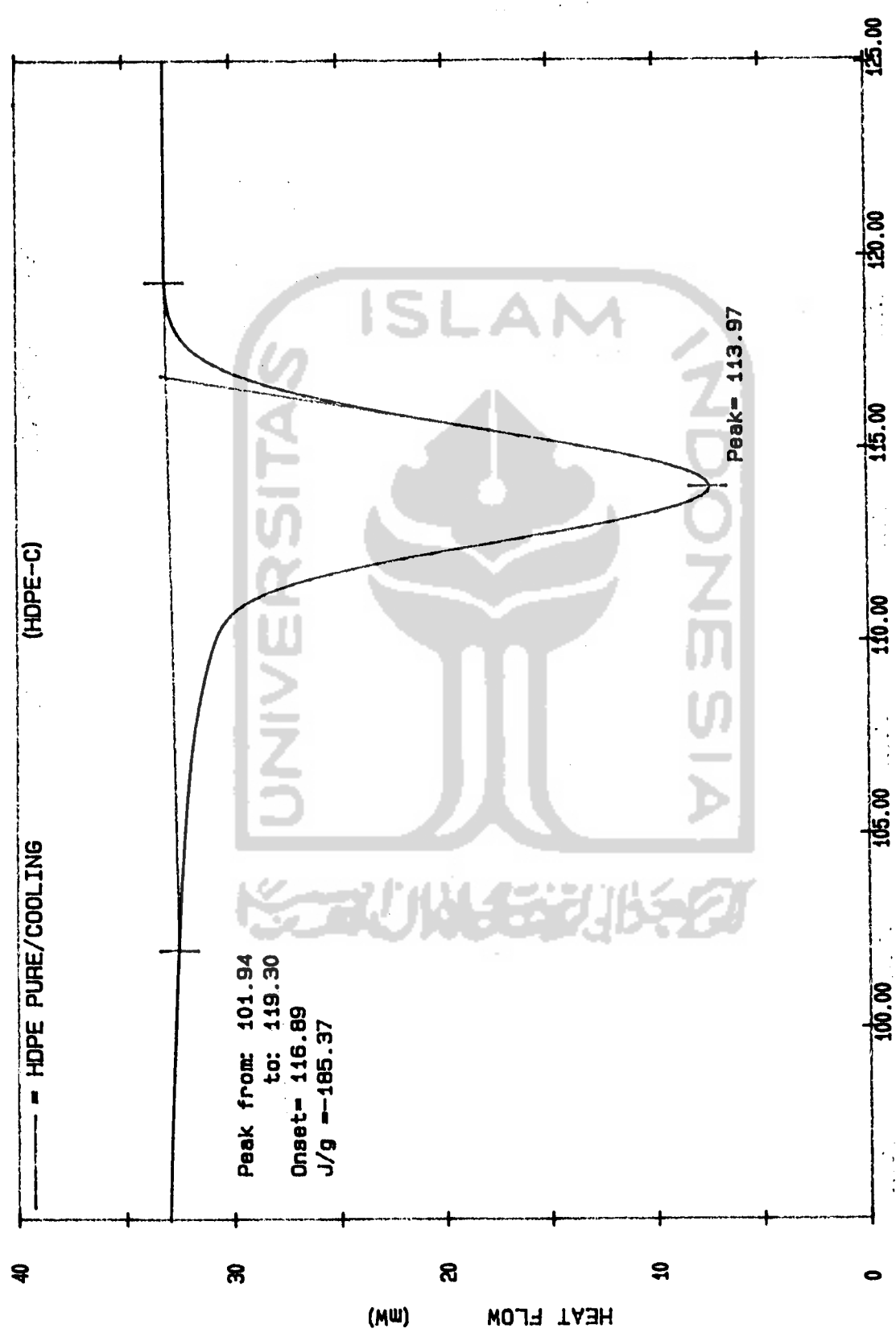
Date: Jul 15, 1994 11: 28am  
Scanning Rate: -10.0 C/min  
Sample Wt: 4.400 mg Path: C: \PE\  
File 1: RI10HO-C

PERKIN-ELMER DSC7





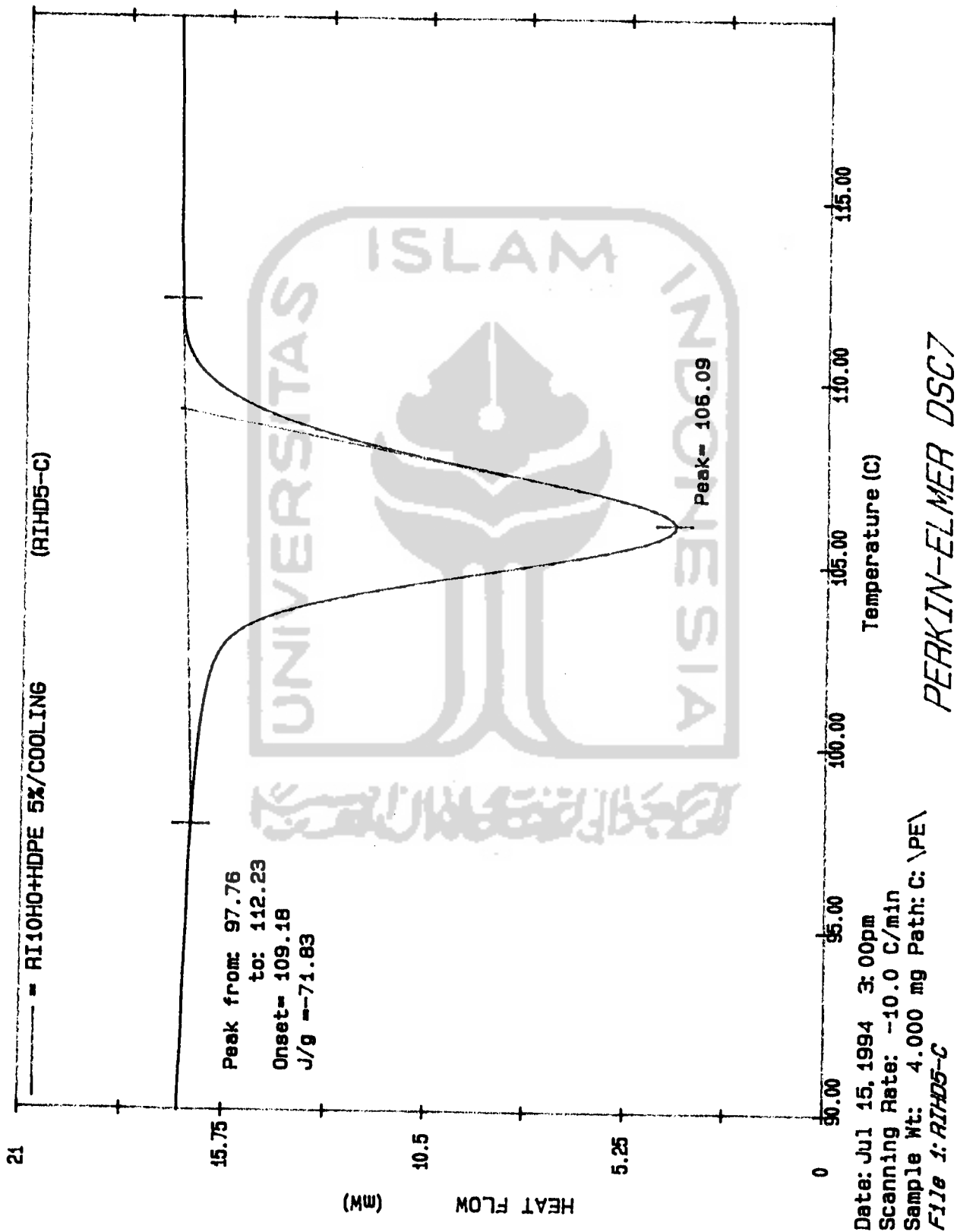
h. Pendinginan HDPE



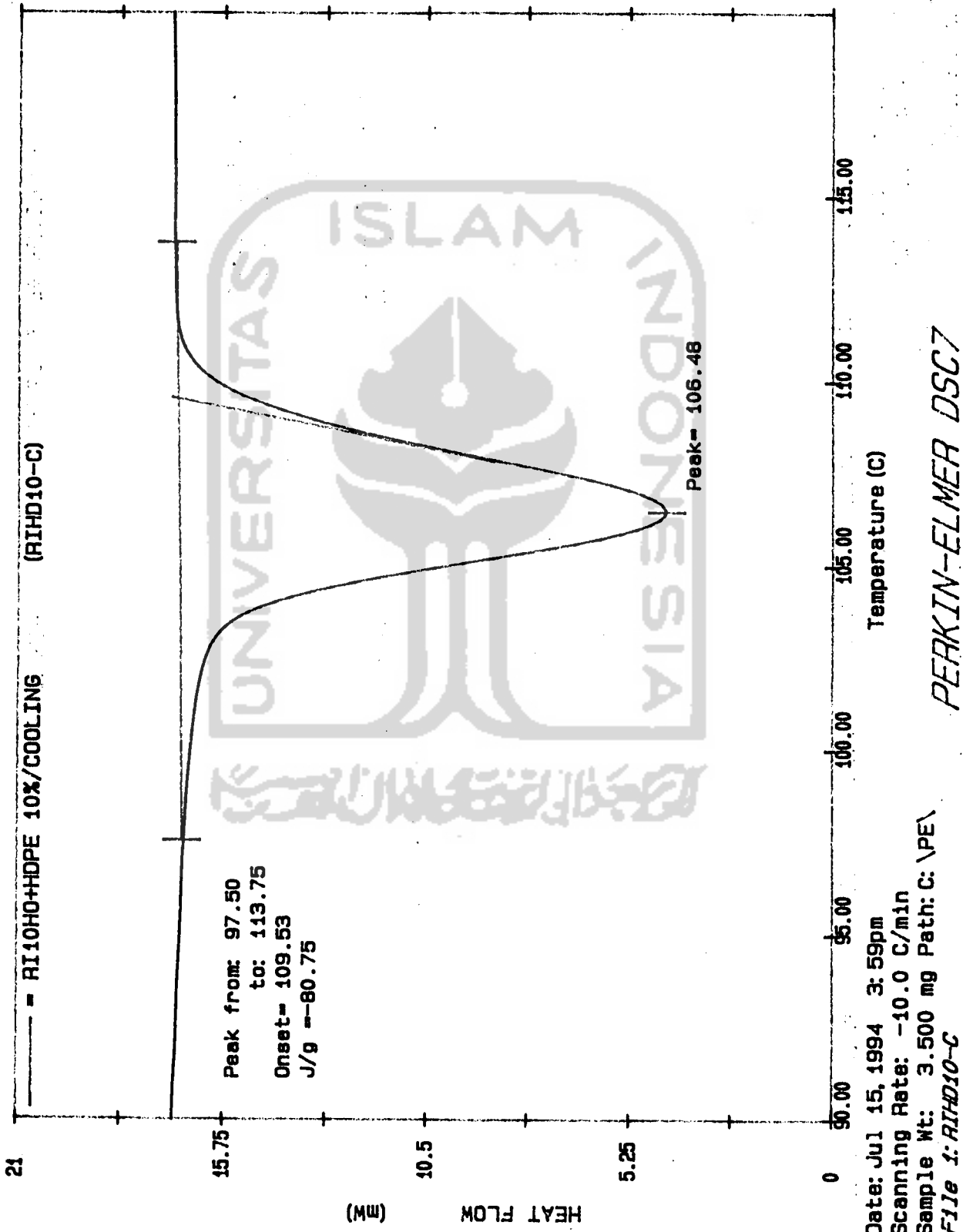
Date: Jul 15, 1994 12: 01am  
Scanning Rate: -10.0 C/min  
Sample Wt: 3.200 mg Path: C: \PE\  
File 1: HDPE-C

PERKIN-ELMER DSC7

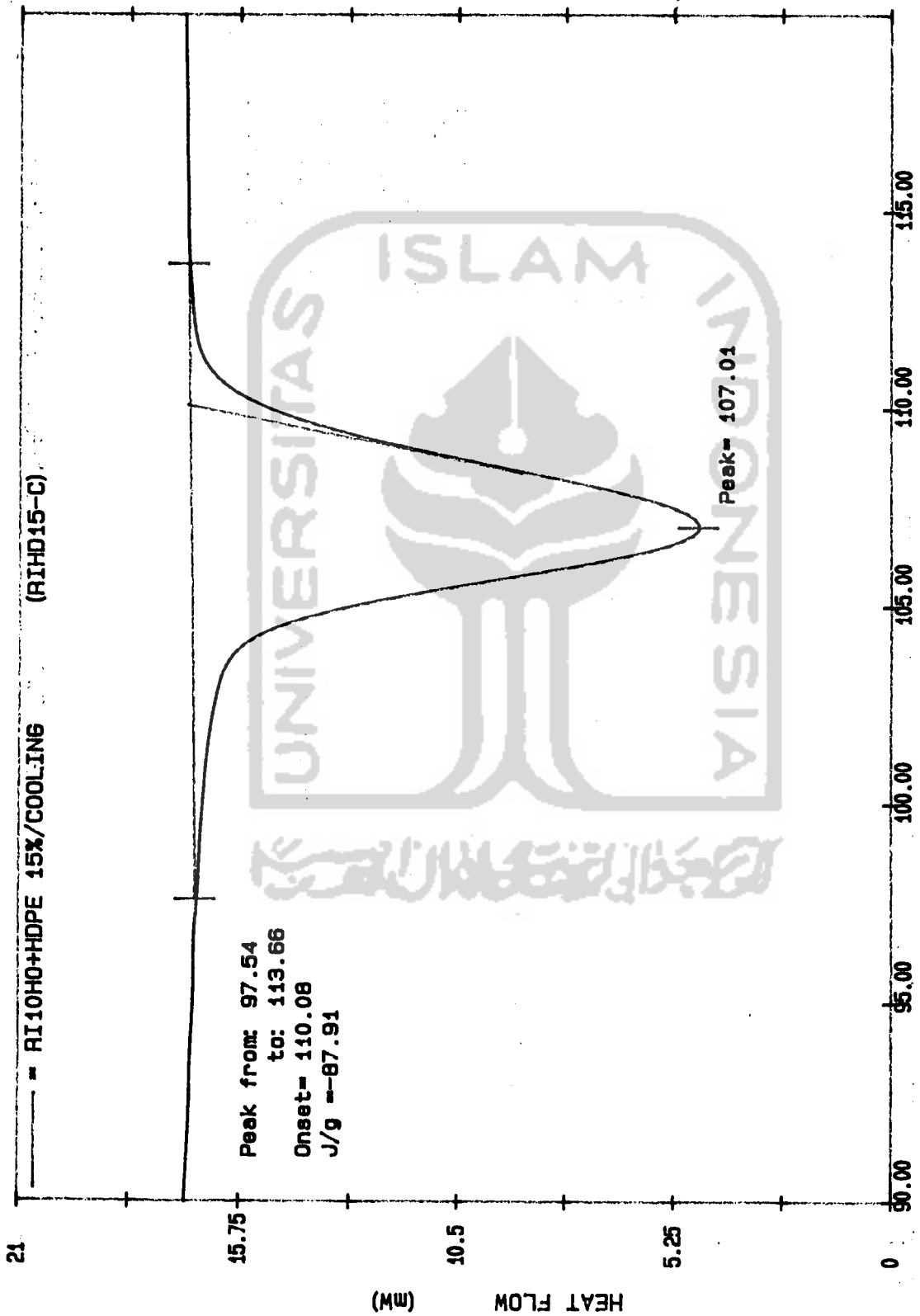
i. Pendinginan RI10HO + HDPE 5 %



j. Pendinginan RI10HO + HDPE 10 %



k. Pendinginan RI10HO + HDPE 15 %



Date: Jul 15, 1994 4: 47pm  
Scanning Rate: -10.0 C/min  
Sample Wt: 3.100 mg Path: C:\PE\  
File 1:RIHD15-C

PERKIN-ELMER DSC7

