

**PENGARUH PENAMBAHAN *LINEAR LOW DENSITY*
POLYETHYLENE (LLDPE) 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 :

ARMAN EKO PRASETYO

No Mhs : 01 612 004

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

**PENGARUH PENAMBAHAN *LINEAR LOW DENSITY*
POLYETHYLENE (LLDPE) TERHADAP SIFAT MEKANIK
KOPOLIMER ACAK ETILENA-PROPILENA (EP_rC) UNTUK
APLIKASI WADAH CAT**

oleh :

ARMAN EKO PRASETYO
No Mhs : 01 612 004

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi
Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : *15 Oktober 2005*

Dewan Penguji

1. Dwiarso Rubiyanto, S.Si
2. Tatang Shabur Julianto, S.Si
3. Drs. Allwar, M.Sc
4. Ihsan Safari, M.Si

Tanda tangan

.....
.....
.....

Asamun
.....

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


(Jaka Nugraha, M.Si)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahillobbil 'aalamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayat-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Skripsi ini memiliki judul “Pengaruh penambahan *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE) terhadap sifat mekanik kopolimer acak etilena-propilena (EprC)”..

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyusun Skripsi ini karena bimbingan, pengarahan dan saran dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini tidak lupa penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Jaka Nugraha, M.Si., selaku Dekan FMIPA Universitas Islam Indonesia.
2. Rudy Syahputra, M.Si., selaku ketua Jurusan Ilmu Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia.
3. Drs. Allwar, M.Sc., selaku dosen pembimbing I
4. Ihsan Safari, M.Si selaku pembimbing II yang bekerja di Instansi PT Tri Polyta Indonesia
5. Dwiwarso Rubiyanto, S.Si dan Tatang Shabur Julianto, S.Si selaku penguji
6. DR. Asmu Wahyu Saptoraharjo selaku Manager Technical Quality PT Tri Polyta Indonesia.
7. Staff-staff Laboratorium PT Tri Polyta Indonesia
8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu hingga selesainya penyusunan laporan ini.

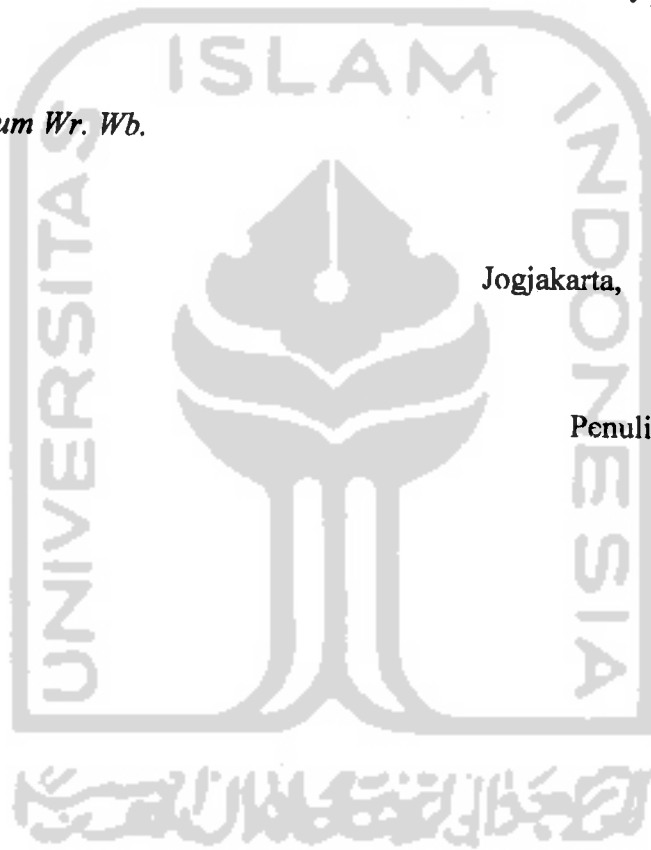
Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada semua pihak sebagai imbalan atas jasa-jasanya.

Mengingat kemampuan penulis yang sangat terbatas, maka dengan kerendahan hati penulis senantiasa mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Akhirnya besar harapan penulis semoga Laporan Skripsi ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya .

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, Oktober 2005

Penulis



HALAMAN PERSEMBAHAN

Allah Subhanahu Wa Ta'ala, atas rahmat, hidayah dan nikmat-Nya Sehingga aku dapat hidup di dunia ini

Muhammad Salallahu 'Alaihi Wasallam, Engkau adalah teladan bagi semua ummat

Kedua orang tua & adik, yang telah memberikan semangat, Do'a dan pengorbanan baik material maupun spiritual

My little friend (Afantri, Agus, Hendra, Acong.), terimakasih kalian telah menjadi temanku sejak kecil yang selalu membuatku ceria.

Teguh Nugroho selaku teman seperjuangan dalam melakukan penelitian, terima kasih atas bantuannya

Ida, Iis, Aan, atas bantuannya selama penyusunan laporan

Teman-teman jurusan ilmu Kimia UII, terimakasih atas Masukan dan semangat kalian

"Tidak ada kebaikan ibadah yang tidak ada ilmunya dan tidak ada kebaikan ilmu yang tidak difahami dan tidak ada kebaikan bacaan kalau tidak ada perhatian untuknya."

PENGARUH PENAMBAHAN *LINEAR LOW DENSITY POLYETHYLENE* (LLDPE) TERHADAP SIFAT MEKANIK KOPOLIMER ACAK ETILENA PROPILENA (EPrC) UNTUK APLIKASI WADAH CAT

Arman Eko Prasetyo

NIM : 01 61 2004

INTISARI

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE) terhadap sifat mekanik kopolimer acak etilena-propilena. Dalam penelitian ini dilakukan paduan yang merupakan salah satu cara untuk mengatasi kekurangan yang ada pada polimer. Polipaduan dibuat dengan mencampurkan LLDPE pada kopolimer acak etilena propilena jenis RI10HO

Hasil paduan tersebut menyebabkan perubahan pada sifat mekanik, diantaranya terjadi peningkatan terhadap perpanjangan, *notched izod impact*, dan *gardner impact*. Tetapi, penambahan LLDPE tersebut menyebabkan terjadi penurunan untuk kekuatan tarik, dan kekerasan. Selain sifat mekanik, juga diukur sifat optik, termal, kelarutan dalam xilen, dan kandungan etilenanya.

Kata kunci : Kopolimer acak etilena-propilena (RI10HO), LLDPE, polipaduan

THE EFFECT OF *LINEAR LOW DENSITY POLYETHYLENE* (LLDPE) ADDITION ON MECHANICAL PROPERTIES OF ETHYLENE-PROPYLENE RANDOM COPOLIMER (EPrC) FOR CAT CONTAINER APLICATION

Arman Eko Prasetyo
NIM : 01 61 2004

ABSTRACT

Research about the effect of Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) addition on mechanical properties of ethylene-propylene have been done. The research have blended with way to solve decrease of the polymer. The poly blend was synthesized by mixing LLDPE at ethylene-propylene random copolymer grade RI10HO

The Result blended, caused change at mechanical properties, as well as, happened the increasing of elongation, notched izod impact, and gardner impact. But, the addition of LLDPE resulted in the decreased tensile strength at yield and hardness. Besides the mechanical properties, is also measured by the optical properties, termal, xylene soluble, and ethylene content.

Keywords : Ethylene-propylene random copolymer grade RI10HO, LLDPE, poly blend.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
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	
3.1 Polipropilena	7
3.1.1 Homopolimer	10
3.1.2 Kopolimer acak etilena-propilena	11
3.1.3 Kopolimer blok polipropilena	11
3.2 Polietilena	11

3.3 Polipaduan	13
3.4 Karakterisasi Polimer	13
3.4.1 Sifat Reologi	14
3.4.2 Sifat Mekanik	14
3.4.3 Sifat Optik.....	15
3.4.4 Sifat Termal	17
3.4.5 Analisis struktur	17
3.5 Pemrosesan polimer	19
3.5.1 <i>Injection molding</i>	19
3.5.2 Ekstrusi	20
3.5.3 <i>Cast Film Extrusion</i>	21
3.6 Hipotesis	21
BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN	22
4.1 Tahap Formulasi Sampel	23
4.2 Tahap Peletasi	24
4.3 Tahap Penentuan Indeks Cepat Alir	25
4.4 Tahap Pembuatan Spesimen	26
4.4.1 Pembuatan Spesimen <i>Injection Molding</i>	26
4.4.2 Pembuatan Spesimen <i>Cast Film Extrusion</i>	27
4.4.3 Pembuatan Spesimen Pres	28
4.5 Tahap Penentuan Karakterisasi	29
4.5.1 Pengukuran Sifat Mekanik	29
4.5.1.1 Kekuatan Tarik dan Perpanjangan	29

4.5.1.2 Kekerasan	30
4.5.1.3 <i>Gardner Impact</i>	31
4.5.1.4 <i>Notched Izod Impact</i>	32
4.5.2 Pengukuran Sifat Optik	33
4.5.2.1 Kekilapan	33
4.5.2.2 Kekabutan	33
4.5.2.3 Derajat Kekuningan (YI)	34
4.5.3 Pengukuran Sifat Termal	34
4.5.4 Analisis Struktur	35
4.5.4.1 Kelarutan dalam Xilen	35
4.5.4.2 Kandungan Etilena	38
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
5.1 Paduan Polimer	39
5.2 Pembuatan Spesimen	40
5.3 Hasil Pengukuran Indeks Cepat Alir (<i>Melt Flow Index</i>)	41
5.4 Hasil Pengukuran Sifat Mekanik	42
5.4.1 Kekuatan Tarik (<i>Tensile Strength at Yield</i>)	42
5.4.2 Perpanjangan (<i>Elongation</i>)	43
5.4.3 Kekerasan (<i>Hardness</i>)	45
5.4.4 <i>Notched Izod Impact</i>	46
5.4.5 <i>Gardner Impact</i>	47
5.5 Hasil Pengukuran Sifat Optik	48
5.5.1 Kekabutan (<i>Haze</i>)	48

5.5.1 Kekabutan (<i>Haze</i>)	48
5.5.2 Kekilapan (<i>Gloss</i>)	49
5.5.3 Derajat Kekuningan (<i>Yellowness Index</i>)	50
5.6 Hasil Pengukuran Sifat Termal dengan Menggunakan DSC	51
5.7 Hasil Pengukuran Analisis Struktur	54
5.7.1 Kelarutan dalam Xilen (<i>Xylene Soluble</i>)	54
5.7.2 Kandungan Etilena (<i>Ethylene Content</i>)	56
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	58
6.1 Kesimpulan	58
6.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	62



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat-sifat polipropilena	8
Tabel 2. Sifat-sifat LLDPE	12
Tabel 3. Formulasi sampel	23
Tabel 4. Kondisi mesin ekstruder	24
Tabel 5. Kondisi alat <i>Melt Indexer</i>	26
Tabel 6. Kondisi mesin <i>injection molding</i>	26
Tabel 7. Kondisi mesin <i>cast film extrusion</i>	27
Tabel 8. Kondisi alat <i>Tensile Tester Autograph</i>	29
Tabel 9. Hasil pengukuran indeks cepat alir (<i>melt flow index</i>)	63
Tabel 10. Hasil pengukuran kekuatan tarik (<i>tensile strength at yield</i>)	63
Tabel 11. Hasil pengukuran perpanjangan (<i>elongation</i>)	64
Tabel 12. Hasil pengukuran kekerasan (<i>hardness</i>)	64
Tabel 13. Hasil pengukuran <i>notched izod impact</i>	64
Tabel 14. Hasil pengukuran <i>gardner impact</i>	65
Tabel 15. Hasil pengukuran kekabutan (% <i>haze</i>)	65
Tabel 16. Hasil pengukuran kekilapan (% <i>gloss</i>)	65
Tabel 17. Hasil pengukuran derajat kekuningan (<i>yellowness index</i>)	66
Tabel 18. Hasil pengukuran kelarutan dalam xilen (<i>xylene soluble</i>)	66
Tabel 19. Hasil pengukuran kandungan etilena (<i>ethylene content</i>)	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur propilena	7
Gambar 2. Struktur polipropilena	7
Gambar 3. Polipropilena isotaktik	9
Gambar 4. Polipropilena ataktik	9
Gambar 5. Polipropilena sindiotaktik	10
Gambar 6. Skema peralatan FTIR	18
Gambar 7. Skema mesin <i>injection molding</i>	20
Gambar 8. Skema alat ekstrusi	20
Gambar 9. Skema alat <i>cast film extrusion</i>	21
Gambar 10. Grafik hasil pengukuran indeks cepat alir	41
Gambar 11. Grafik hasil pengukuran kekuatan tarik	43
Gambar 12. Grafik hasil pengukuran perpanjangan	44
Gambar 13. Grafik hasil pengukuran kekerasan	45
Gambar 14. Grafik hasil pengukuran <i>notched izod impact</i>	46
Gambar 15. Grafik hasil pengukuran <i>gardner impact</i>	47
Gambar 16. Grafik hasil pengukuran kekabutan	48
Gambar 17. Grafik hasil pengukuran kekilapan	49
Gambar 18. Grafik hasil pengukuran derajat kekuningan	51
Gambar 19. Termogram hasil pemanasan	52
Gambar 20. Termogram hasil pendinginan	53
Gambar 21. Grafik hasil pengukuran analisis kelarutan dalam xilen	54
Gambar 22. Grafik hasil pengukuran kandungan etilena	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengukuran indeks cepat alir, kekuatan tarik, perpanjangan, kekerasan, <i>notched izod impact</i> , <i>gardner impact</i> , kekabutan, kekilapan, derajat kekuningan, kelarutan dalam xilen, dan kandungan etilena	63
Lampiran 2. Contoh perhitungan kekuatan tarik, <i>gardner impact</i> , dan kelarutan dalam xilen	67
Lampiran 3. Analisis Anova satu arah	69
Lampiran 4. Diagram alir Penelitian	87
Lampiran 5. Termogram DSC	88
Lampiran 6. Perbandingan RI10HC dan RI10HO	100

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri polimer (plastik) dewasa ini semakin maju, dengan meningkatnya kebutuhan konsumen terhadap material yang terbuat dari polimer. Aplikasi polimer yang sangat beragam, menuntut pengembangan terhadap produk-produk polimer yang memiliki harga lebih murah tetapi memiliki ketangguhan yang baik. Saat ini, polimer yang banyak digunakan adalah polipropilena dan polietilena. Kedua polimer tersebut merupakan material plastik.

Polipropilena merupakan polimer yang terbentuk dari polimerisasi propilena dengan menggunakan katalis Ziegler-Natta, sedangkan polietilena terbentuk dari polimerisasi etilena. Dalam aplikasinya, Polipropilena sering digunakan berbagai sektor industri, misalnya industri otomotif, barang-barang plastik rumah tangga, film, kabel, pipa, wadah (*container*), dan lain-lain, termasuk mainan anak-anak dan peralatan kesehatan (Fathoni, 2000). Polipropilena banyak digunakan karena murah, mudah dicetak, tahan air dan bahan kimia, serta memiliki sifat mekanik yang cukup baik, yaitu kaku dan kuat.

Tidak kalah dengan polipropilena, polietilena juga banyak digunakan dan diproduksi karena memiliki sifat elastis dan tangguh dalam menahan energi tumbukan. Polietilena sering digunakan dalam pembungkus, dalam bentuk film, dan alat-alat rumah tangga. Dibandingkan dengan polipropilena, polietilena

kurang baik dalam hal kejernihan, sedangkan kelemahan dari polipropilena adalah getas (*brittle*).

Salah satu aplikasi kopolimer acak etilena-propilena yang diproduksi oleh PT Tri Polyta Indoneia adalah sebagai wadah (*container*), misalnya wadah cat. Untuk memperoleh wadah cat yang kuat, selain kejernihan juga diperlukan kekuatan impak yang baik. Selama ini, konsumen cenderung menggunakan kopolimer acak etilena-propilena yang memiliki grade RI10HC dan polietilena jenis HDPE. Hal ini dikarenakan keduanya memiliki sifat mekanik dan kekuatan impak yang sangat baik. Tetapi, dalam pasaran ekonomi, harga untuk HDPE dan RI10HC cukup mahal dan sering mengalami harga yang tidak stabil antara keduanya sehingga berpengaruh terhadap biaya produksi. Oleh karena itu, diperlukan suatu bahan yang memiliki sifat mekanik dan kekuatan impak yang tidak kalah baiknya dari HDPE (*High Density Polyethylene*) dan RI10HC dengan harga yang lebih murah. Untuk mengatasi hal tersebut, PT Tri Polyta Indonesia membuat kopolimer acak etilena-propilena dengan grade RI10HO dimana biaya produksinya lebih murah dibandingkan dengan biaya produksi RI10HC. Namun, kenyataannya produk RI10HO tidaklah sebaik dari produk RI10HC, dan memiliki kelemahan diantaranya mudah getas.

Banyak cara untuk mengatasi kekurangan tersebut, diantaranya ialah dengan melakukan polipaduan (*polyblend*) dengan polimer jenis lain. Salah satu polimer yang bisa digunakan adalah polietilena yang memiliki kekuatan impak yang baik.

Dalam penelitian ini akan dilakukan polipaduan antara polipropilena jenis kopolimer acak etilena-propilena (EPrC) dengan polietilena (PE) jenis *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE) yang diharapkan dapat menghasilkan produk dengan kekuatan impak dan sifat mekanik yang lebih baik. Pada penelitian ini akan dilihat seberapa besar pengaruh penambahan LLDPE terhadap sifat mekanik yang meliputi kekuatan tarik (*tensile strength at yield*), perpanjangan (*elongation*), kekerasan (*hardness*), *notched izod impact*, dan *gardner impact*. Selain itu, juga dilihat sifat optik, sifat termal, kelarutan dalam xilen (*xylene soluble*), dan kandungan etilenanya (*ethylene content*).

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang penelitian maka dapat diperoleh suatu rumusan masalah yaitu,

1. Bagaimana pengaruh penambahan LLDPE terhadap sifat mekanik dari kopolimer acak etilena-propilena (EPrC) ?
2. Berapa konsentrasi penambahan LLDPE yang memberikan sifat mekanik paling baik pada kopolimer acak etilena-propilena polipropilena (EPrC) ?

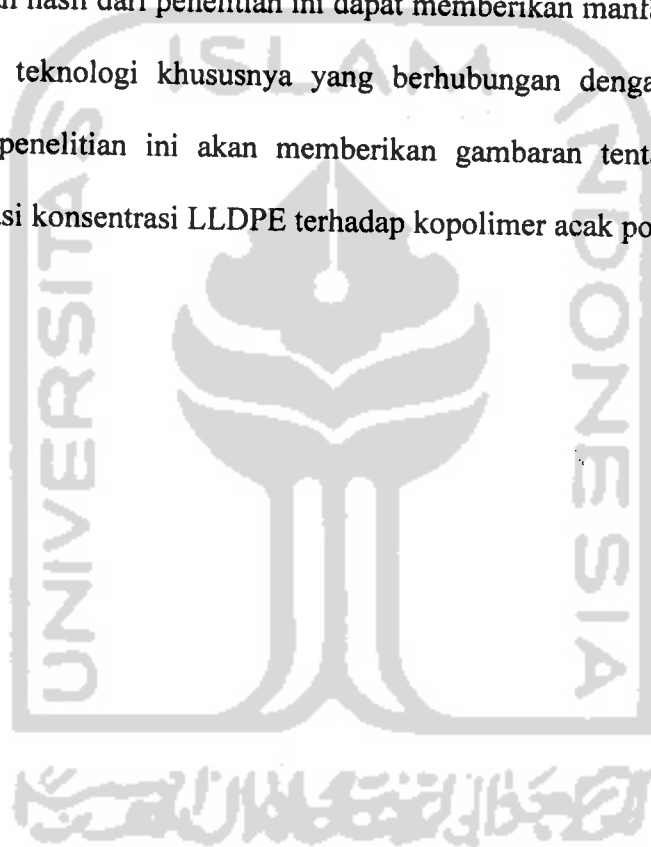
1.3 Tujuan Penelitian

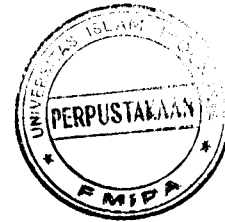
1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan LLDPE terhadap sifat mekanik dari kopolimer acak etilena-propilena (EPrC).

2. Untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi penambahan LLDPE untuk memberikan sifat mekanik yang baik pada kopolimer acak etilena-propilena (EPrC).

1.4 Manfaat penelitian

Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat untuk ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya yang berhubungan dengan polipaduan polimer. Dalam penelitian ini akan memberikan gambaran tentang pengaruh penambahan variasi konsentrasi LLDPE terhadap kopolimer acak polipropilena.





BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dewasa ini sedang terjadi pergeseran tekanan dalam penelitian kepolimeran, yaitu dari kimia polimer ke aspek-aspek fisika dan perekayasaan sistem polimer yang telah mapan, seperti pembuatan bahan polipaduan (*polyblend*) guna mendapatkan sifat fisik dan mekanik yang baru dari bahan polimer. Polipaduan polimer (*polymer blend*) diduga dapat menutupi kekurangan yang ada pada masing-masing polimer. Setiap polimer memiliki kelebihan dan kelemahan, baik dalam hal sifat mekanik, optik, maupun sifat termalnya. Dalam industri polimer, telah banyak dilakukan pengembangan terhadap polimer untuk menghasilkan polimer yang memiliki sifat sesuai dengan yang diinginkan. Pada dasarnya, polipaduan dapat menghasilkan bermacam-macam sifat, tergantung dari jenis dan jumlah polimer dalam pencampuran. Kualitas hasil campuran polipaduan sangat dipengaruhi oleh kompatibilitas, bentuk sistem fasa, dan juga ukuran serta cara pencampurannya (Jin dkk., 1988)

Polipaduan dapat diartikan sebagai pencampuran secara fisik dari bahan polimer yang berstruktur molekul tidak sama, dimana kekuatan bahan polimer tersebut akan saling mempengaruhi (Pajiano, 2000). Penelitian terhadap polipaduan tersebut telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian tentang polipaduan antara polipropilena oksida (PPO) dengan polistirena (PS) diperoleh bahan polipaduan yang mempunyai ketahanan panas yang tinggi dan tangguh (Ting dkk., 1980). Polipaduan antara poliuretan dan akrilonitril butadiene stirena

(ABS) dimana didapatkan bahan yang mempunyai ketahanan abrasi dan tahan tumbukan, begitu juga dengan tereflalat polibutilena (PBT) dengan ABS akan mendapatkan bahan polipaduan yang tahan sifat kimia dan tahan tumbukan (Coleman dkk., 1991).

Penelitian Sholehah (2004), mempelajari pengaruh penambahan LDPE dan LLDPE terhadap kopolimer acak etilena-propilena (grade RE20WL) untuk aplikasi *High-Speed Lamination*. Dari penelitian tersebut, diketahui semakin banyak konsentrasi LDPE dan LLDPE yang ditambahkan pada kopolimer acak etilena-propilena, menunjukkan penurunan kekuatan tarik (*tensile strength at yield*). Pada penelitian Prabandono (2003), menunjukkan pengaruh penambahan LDPE terhadap unjuk kerja kopolimer acak etilena-propilena. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan LDPE dapat meningkatkan sifat mekanik polipropilena.

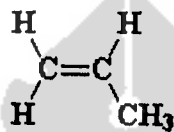
Dari uraian di atas menunjukkan bahwa dengan polipaduan dua polimer yang berbeda dapat menghasilkan bahan polipaduan yang memiliki sifat mekanik dan fisik yang baru.

BAB III

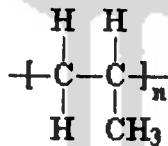
DASAR TEORI

3.1 Polipropilena

Polipropilen adalah suatu bahan termoplastik yang diproduksi dengan proses polimerisasi molekul-molekul propilena, dengan beberapa unit monomer, sampai terbentuk molekul atau rantai polimer yang sangat panjang (Karian,2003).



Gambar 1. Struktur Propilena



Gambar 2. Struktur Polipropilena

Kristalinitas polipropilena cukup tinggi, dan berperan pada tingginya kekuatan tarik, kekakuan dan kekerasan polipropilena. Beratnya perbandingan antara kekuatan terhadap berat polipropilena ini memberikan keuntungan dalam penggunaannya untuk berbagai aplikasi. Beberapa sifat-sifat polipropilena dapat dilihat pada tabel.1.

Tabel 1. Sifat-sifat polipropilena

Sifat	Metode ASTM	Nilai
Kerapatan (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

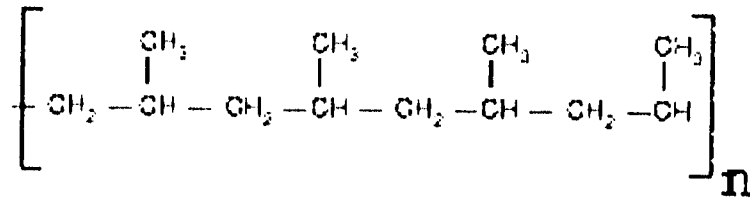
(Sumber : Billmeyer, 1984)

Secara struktur, polipropilena adalah polimer vinil sama seperti polietilena. Polipropilena dapat dibuat melalui polimerisasi Ziegler-Nata dan polimerisasi menggunakan katalis *metallocene* (Fatimah, 2004). Berdasarkan stereokimianya, polipropilena memiliki susunan molekul yang asimetris pada rantai utamanya dimana gugus metil (CH_3) dapat berada dalam satu bidang atau berada dalam bidang yang berlainan dengan bidang rantai utama. Perbedaan stereokimia dari gugus metil tersebut dapat berakibat langsung terhadap sifat-sifat polimer yang dihasilkan seperti sifat fisik, kimia dan mekanik (Billmeyer, 1984).

Polipropilena dapat berbentuk isotaktik, sindiotaktik atau ataktik, tergantung letak gugus metil yang mengikat atom karbon pada rantai utama.

a. Polipropilena isotaktik

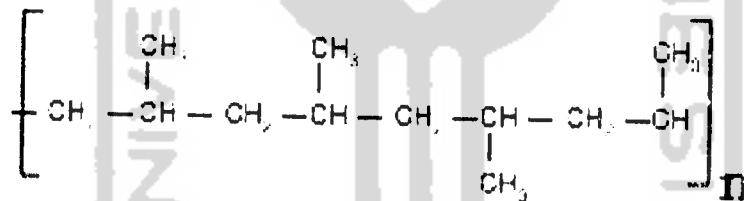
Pada dasarnya struktur polipropilena isotaktik adalah linier (Billmeyer, 1984), dimana susunan gugus metil berada pada sisi yang sama dalam rantai utama. Karena bentuk dari struktur ini, polipropilena isotaktik memiliki derajat kristalinitas yang tinggi, dan menghasilkan sifat mekanik yang baik seperti kekakuan dan kekuatan tarik.



Gambar 3. Polipropilena isotaktik

b. Polipropilena ataktik

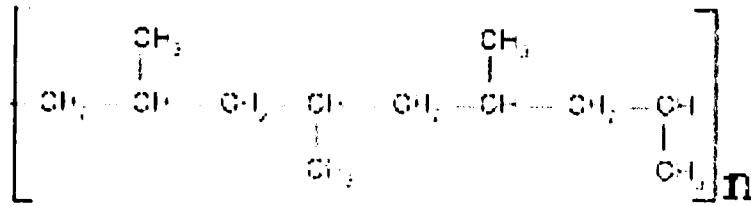
Sedangkan untuk polipropilena ataktik, letak dari gugus metil berada secara acak dalam rantai utama. Karena bentuk struktur itu, polipropilena ataktik memiliki kristalinitas yang rendah dan bersifat *sticky* (Majer & Calafut, 2002).



Gambar 4. Polipropilena ataktik

c. Polipropilena sindiotaktik

Dalam struktur polipropilena sindiotaktik, susunan gugus metil berada pada posisi yang berselang-seling dalam rantai utama. Polipropilena sindiotaktik sekarang mulai diproduksi dengan menggunakan katalis *metallocene*. Polipropilena sindiotaktik memiliki kekakuan yang lebih rendah daripada polipropilena isotaktik tetapi memiliki kejernihan dan kekuatan impak yang lebih baik.



Gambar 5. Polipropilena sindiotaktik

Polipropilena diproduksi secara komersial dengan bentuk yang berbeda-beda, sesuai dengan sifat yang diinginkan (Majer & Calafut, 2002). Jenis polipropilena yang diproduksi oleh PT Tri Polyta Indonesia adalah Homopolimer, kopolimer acak etilena-propilena, dan kopolimer blok.

3.1.1 Homopolimer

Homopolimer polipropilena dibuat hanya dari satu jenis monomer. Yaitu propilena, meskipun ada juga homopolimer yang ditambahkan dengan sedikit monomer lain seperti etilena, namun tidak lebih dari 1 % (Prabandono, 2003). Aplikasi utama untuk homopolimer polipropilena adalah ekstrusi *fibers* dan *filaments* untuk tali-temali (*cordage*), jaring-jaring (*webs*), dan lain-lain. *Injection molded* homopolimer polipropilena digunakan untuk membuat bagian-bagian dari kendaraan bermotor, alat-alat (*appliances*), perkakas/perabotan, kemasan wadah (*containers*), perabotan rumah tangga (*furniture*), dan mainan anak-anak (*toys*) (Majer & Calafut, 2002). Homopolimer polipropilena pada umumnya digunakan untuk aplikasi yang memerlukan karakter kekuatan tarik, kekakuan, dan kekerasan yang tinggi (Anggraeni, 2003).

3.1.2 Kopolimer acak etilena-propilena

Kopolimer acak etilena-propilena dibuat dengan menambahkan etilena dalam porsi tertentu, biasanya 7 – 10 % (Kissel dkk., 2003). Penambahan etilena pada kopolimer acak polipropilena dapat merubah sifat dari rantai polimer secara signifikan dan menghasilkan produk termoplasik yang memiliki kekuatan impact yang lebih baik, dan kejernihan yang tinggi dibandingkan dengan homopolimer. Penambahan etilena ini juga mengakibatkan terjadinya penurunan titik leleh dan derajat kristalinitasnya (Karian, 2003).

3.1.3 Kopolimer blok (*Block copolymer*) etilena-propilena

Kopolimer blok etilena-propilena dibuat dengan menambahkan lapisan etilena/polietilena dalam fasa *rubbery* pada permukaan matriks homopolimer semikristalin, dengan tujuan untuk meningkatkan kekuatan impact polipropilena. Oleh karena itu kopolimer blok sering digunakan untuk aplikasi tertentu yang memerlukan ketahanan impact (*impact resistance*) yang tinggi dan memiliki sifat mekanik yang lebih baik pada temperatur rendah (Anggraeni, 2003).

3.2 Polietilena

Polimerisasi etena, yang memberikan polimer bermassa molekul nisbi besar, pertama kali dilakukan oleh Fawcett dan Gibson dari Imperial Chemical Industries Ltd. (Inggris) pada tahun 1933 dengan menggunakan teknik tekanan tinggi (Cowd, 1991). Menurut Billmeyer (1984), pembentukan polietilena ini terjadi secara tidak sengaja, yaitu ketika monomer etilena berada pada tekanan

1400 atm dan temperature 170°C. Adanya sisa oksigen pada udara, menginisiasikan terjadinya polimerisasi tersebut.

3.2.1 *Linear Low Density Polyethylene (LLDPE)*

Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) merupakan salah satu jenis polietilena. LLDPE mulai diproduksi secara komersial oleh Phillips Petroleum Company pada tahun 1968 (Sholehah, 2004). Polimer ini sebenarnya merupakan kopolimer etilena dan 1-butena (dengan sedikit jumlah 1-heksana dan 1-alkena yang lebih tinggi untuk memvariasikan kerapatan) yang diproduksi dengan katalis tipe Ziegler. Beberapa sifat dari LLDPE dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Sifat-sifat LLDPE

Sifat	Metode ASTM	LLDPE
Kerapatan (g/cm ³)	D 792	0.910 – 0.940
Titik leleh (°C)		122
Indeks refraktif (n _D ²⁵)	D 542	1,51
Kekuatan tarik (psi)	D 638	1900 – 4000
Perpanjangan (%)	D 638	100 – 950
<i>Tensile modulus</i> (10 ⁵ psi)	D 638	0,38 – 0,75
<i>Impact strength</i> (ft.lb/in.of notch)	D 256	1,0 – 9,0

(Sumber : Billmeyer, 1984)

Struktur cabang LLDPE yang lebih sedikit dan teratur daripada LDPE mengakibatkan sampel LLDPE mempunyai titik leleh, kekuatan tarik, serta ketahanan terhadap retak yang lebih tinggi. LLDPE dapat digunakan untuk aplikasi pipa, film, serta pembungkus kawat dan kabel (Sholehah, 2004).

3.3 Polipaduan

Paduan polimer (*polymer blend*) atau polipaduan (*polyblend*) adalah suatu campuran fisik dari dua atau lebih polimer atau kopolimer berbeda yang tidak terikat melalui ikatan-ikatan kovalen (Stevens, 2001) dimana kedua bahan polimer tersebut akan saling mempengaruhi. Teknik yang sudah biasa dilakukan untuk pengolahan polimer paduan adalah mencairkan / melelehkan, mencampurkan, tuangan dengan pelarut yang sudah ada, membekukan-mengeringkan dan pencampuran dengan reaksi kimia. Dalam perkembangannya telah dikenal ada dua jenis polipaduan, yaitu yang dapat dicampur (*miscible blend*) dan paduan yang tidak dapat dicampur (*immiscible blend*). Pada dasarnya polipaduan dapat menghasilkan bermacam-macam sifat, tergantung dari jenis dan jumlah polimer dalam pencampurannya. (Pajiano, 2000).

Kualitas hasil campuran polipaduan sangat dipengaruhi oleh kompatibilitas, bentuk sistem fase, dan ukuran serta cara pencampurannya.

3.4 Karakterisasi polimer

Proses karakterisasi polimer akan menentukan kualitas dan aplikasinya (Anggraeni, 2003). Beberapa analisis yang akan dilakukan pada percobaan ini adalah analisis sifat reologi, sifat mekanik, sifat optik, sifat termal dan analisis struktur

3.4.1 Sifat reologi

Sifat reologi merupakan suatu studi mengenai deformasi dan sifat aliran material sebagai respon dari suatu kondisi atau gaya yang diberikan kepada material tersebut (Adamson, 1997). Salah satu sifat reologi polimer adalah indeks cepat alir. Menurut Majer & Calafut (2002), semakin panjang rantai polimer akan menghasilkan berat molekul polimer yang tinggi. Perkiraan berat molekul rata-rata polimer dapat ditetapkan dengan harga dari indeks cepat alir. Semakin tinggi nilai indeks cepat alir, maka berat molekul rata-rata suatu polimer semakin rendah.

3.4.2 Sifat mekanik

Sifat mekanik merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan aplikasi polimer (Anggraeni, 2003). Pengukuran sifat mekanik diperlukan untuk melihat kekakuan, kekuatan, dan ketangguhan. Kekakuan dalam termoplastik yang berperan adalah kristalinitas dan kekuatan ikatan sekunder. Kekuatan merupakan hal yang lebih kompleks dari kekakuan dan kadang mirip dengan ketangguhan. Dalam termoplastik antara ikatan kovalen intrarantai dan ikatan sekunder interrantai memberikan kontribusi pada kekuatan. Kristalinitas juga penting dalam kekuatan polimer. 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). Pada penelitian ini, sifat mekanik yang akan dilakukan diantaranya adalah:

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

Kekuatan tarik merupakan daya tahan material apabila dikenai suatu tegangan untuk memisahkan. Pada umumnya besar kekuatan tarik naik jika berat molekul material naik. Perpanjangan berhubungan dengan kekuatan tarik. Perpanjangan merupakan perbandingan pertambahan panjang terhadap panjang awal sebelum penarikan.

b. *Gardner Impact*

Gardner impact merupakan daya tahan suatu material pada saat dijatuhi suatu beban secara tiba-tiba.

c. *Notched Izod Impact*

Notched izod impact adalah daya tahan suatu material pada saat dikenakan pendulum (pemukul) hingga patah.

d. Kekerasan (*hardness*)

Kekerasan merupakan ketahanan suatu material terhadap deformasi permukaan, lekukan, ataupun penarikan. Pengujian kekerasan suatu bahan dapat dilakukan dengan pengujian penekanan.

3.4.3 Sifat optik

Sifat optik polimer secara umum melibatkan bagaimana cara material plastik tersebut berinteraksi dengan suatu sinar atau cahaya (Anggraeni, 2003). Sifat optik polimer meliputi kekabutan (% *haze*), kekilapan (% *gloss*), dan derajat kekuningan (*Yellowness Index*).

a. Kekabutan

Setiap material plastik memiliki perbedaan dalam hal kemampuan untuk meneruskan cahaya. Beberapa jenis plastik dapat meneruskan hampir semua cahaya yang melewatinya (Strong, 2000). Suatu metode untuk mengetahui kemampuan material dalam melewatkan cahaya adalah melalui pengukuran kekabutan. Kekabutan digunakan untuk mengetahui seberapa besar suatu material yang buram dapat meneruskan cahaya yang melewatinya. Semakin buram suatu material, maka cahaya yang diteruskan akan semakin kabur atau membur (Anggraeni, 2003).

b. Kekilapan

Banyaknya cahaya yang dipantulkan oleh suatu permukaan plastik dapat diketahui dengan menentukan kekilapan (Strong, 2000). Alat yang digunakan untuk menentukan kekilapan adalah glossmeter. Prinsip kerja dari alat ini ialah membandingkan cahaya yang dipantulkan oleh sampel dengan suatu permukaan yang berwarna hitam (plangko).

c. Derajat kekuningan (YI)

Derajat kekuningan merupakan suatu parameter yang menunjukkan derajat kekuningan suatu material polimer. Semakin kecil nilai YI menunjukkan bahwa polimer tersebut semakin berwarna putih, semakin besar nilai YI menunjukkan bahwa polimer tersebut cenderung berwarna kekuningan (Anggraeni, 2003).

3.4.4 Sifat termal

Sifat termal merupakan suatu sifat interaksi antara materi dengan suhu/temperatur. Sifat termal polimer meliputi titik leleh, temperatur kristalinitas, dan temperatur transisi gelas. Untuk mengetahui sifat termal polimer, dalam penelitian ini digunakan alat DSC.

Differential Scanning Calorimetry (DSC)

Dalam metode DSC, suatu sampel polimer dan referensi inert dipanaskan, biasanya dalam atmosfer nitrogen, dan kemudian transisi-transisi termal dalam sampel tersebut dideteksi dan diukur. Pemegang sampel yang paling umum dipakai adalah cangkir alumunium sangat kecil (emas atau grafit dipakai untuk analisis-analisis di atas 800°C), dan referensinya berupa cangkir kosong atau cangkir yang mengandung bahan inert dalam daerah temperatur yang diinginkan, misalnya alumina bebas air. Ukuran sampel bervariasi dari sekitar 0.5 sampai sekitar 10 mg (Stevens, 2001).

3.4.5 Analisis struktur

Analisis struktur pada penelitian ini terdiri dari dua parameter yaitu kandungan etilena dan kelarutan dalam xilen.

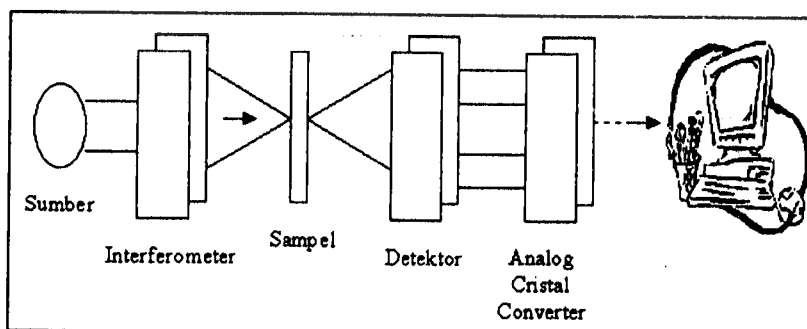
a. Kandungan etilena

Kandungan etilena adalah analisis untuk mengetahui kadar etilena pada polipropilena. Dalam hal ini ialah kandungan etilena pada polipaduan antara

PP dan LLDPE. Untuk analisis ini digunakan alat spektrofotometri IR atau *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Daerah inframerah (infra artinya di bawah) meliputi infrared dekat (*Near infrared, NIR*) antara 20.000 s/d 4000 cm^{-1} atau 0,5 s/d 2,5 μm , IR tengah 4000 s/d 400 cm^{-1} atau 2,5 – 25 μm dan IR jauh (*Far Infrared, FIR*) berada pada 400 s/d 10 cm^{-1} atau 25 – 1000 μm . 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 6. Skema peralatan FTIR

b. Kelarutan dalam xilen

Analisis kelarutan dalam xilen adalah analisis untuk mengetahui kandungan polipropilena atatik dan isotaktik. Kelarutan dalam xilen merupakan salah satu metode penting untuk mengontrol kualitas produk dalam menentukan taktisitas polipropilena, yaitu dengan cara melarutkan polimer dalam xilen mendidih, sehingga fraksi isotaktik akan terendap, sedangkan fraksi ataktik yang tertinggal dalam larutan dinyatakan dalam kelarutan xilen. (Anggraeni, 2003)

3.5 Pemrosesan polimer

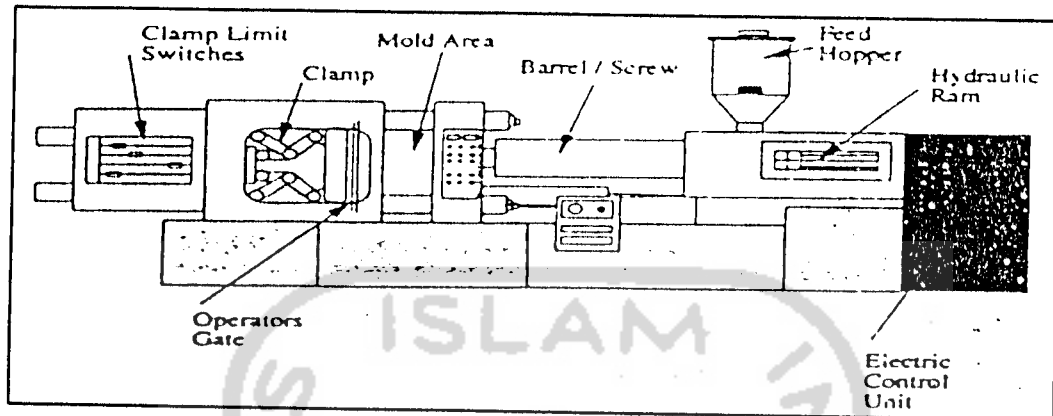
Saat ini telah banyak digunakan metode pemrosesan polimer atau material plastik, baik yang hanya merubah wujud dasar polimer (misalnya bentuk resin menjadi *pellet*) atau yang mengubah polimer menjadi material yang siap digunakan, misalnya menjadi perabotan rumah tangga, alat-alat elektrolis dan sebagainya. Beberapa contoh metode pemrosesan polimer yang paling mendasar diantaranya adalah ekstrusi, *film extrusion* dan *injection molding*.

3.5.1 *Injection Molding*

Injection molding merupakan salah satu bentuk pemrosesan yang digunakan untuk proses akhir, dimana produk yang dihasilkan dalam bentuk cetakan. Dalam penelitian ini, *injection molding* digunakan untuk membuat cetakan sampel dalam bentuk disk dan *dumbbell*. Secara skematika, mesin *injection molding* memiliki komponen sekrup (*screw*) silinder yang berputar

untuk melelehkan plastik dan kemudian menginjeksikan ke dalam *mold* (cetakan).

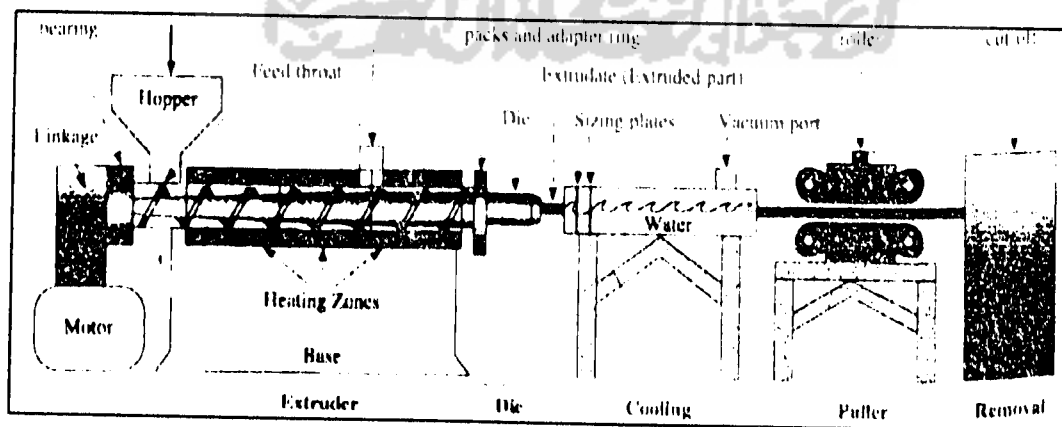
Skema alat dari mesin *injection molding* dapat dilihat pada gambar 7 di bawah ini:



Gambar 7. Skema mesin *injection molding*

3.5.2 Ekstrusi

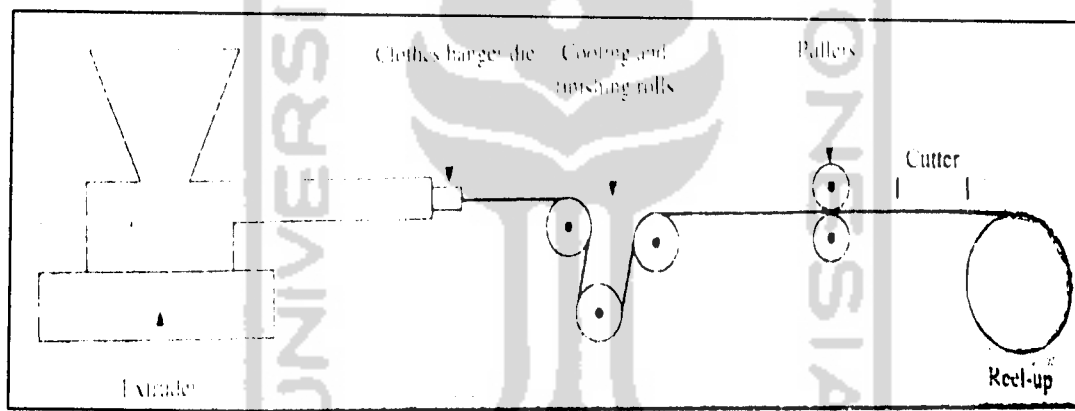
Sama halnya dengan *injection molding*, ekstrusi juga digunakan untuk membuat cetakan. Bedanya ialah, rongga cetakan untuk ekstrusi digantikan dengan *die*. Ekstrusi teristimewa bermanfaat untuk membuat objek-objek panjang seperti batang atau pipa (Steven, 2001). Tetapi di dalam penelitian ini, ekstrusi digunakan untuk membuat pelet baru hasil paduan. Skema alat ekstrusi dapat dilihat pada gambar 8 di bawah ini :



Gambar 8. Skema alat ekstrusi (Strong, 2000)

3.5.3 Cast Film Extrusion

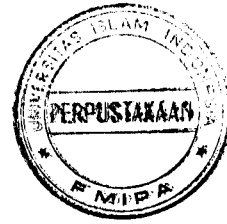
Pada *cast film extrusion*, polimer dilelehkan terlebih dahulu dalam ekstruder dan lelehan yang keluar dari *die* ditarik oleh *rollers* yang berputar dengan kecepatan tertentu sesuai dengan ketebalan film yang diinginkan. Ketebalan film dapat juga ditentukan dengan mengatur kecepatan lelehan polimer yang keluar dari *die*. Semakin cepat putaran *rollers*, 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 di bawah ini :



Gambar 9. Skema alat *cast film extrusion* (Strong, 2000)

3.6 Hipotesis

1. Penambahan LLDPE pada kopolimer acak etilena-propilena memberikan sifat mekanik yang baru.
2. Semakin besar konsentrasi LLDPE yang ditambahkan dalam penelitian ini, memberikan sifat mekanik yang baik pada kopolimer acak etilena-propilena.



BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

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

1. Tahap formulasi, yaitu tahap pencampuran pelet RI10HO dan LLDPE dengan variasi konsentrasi yang berbeda.
2. Tahap peletasi/ekstrusi, yaitu merupakan pembentukan pelet baru dari hasil pencampuran pelet RI10HO dan LLDPE. Pada tahap ini dilakukan ekstrusi. Tahap ini diharapkan RI10HO dan LLDPE dapat dicampurkan secara homogen.
3. Tahap penentuan indeks cepar 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 *press machine*.
5. Tahap penentuan karakteristik, yaitu meliputi pengukuran kekuatan tarik (*tensile strength at yield*), perpanjangan (*elongation*), kekerasan (*hardness*), *gardner impact*, *notched izod impact*, kekilapan (*gloss*), kekabutan (*haze*),

derajat kekuningan (*Yellowness index*), analisis termal dengan DSC, kelarutan dalam xilen (*xylene soluble*), dan analisis kandungan etilena (*ethylene content*).

4.1 Tahap formulasi sampel

Bahan : a. Pelet kopolimer acak etilena-propilena *grade* RI10HO

b. Pelet *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE)

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%
LLDPE	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 LLDPE yang telah diformulasi.

Alat : a. Mesin ekstruder, “*Killion Extruder*”, dari *CEDAR GROOVE*, New Jersey, model KN-150 yang dilengkapi dengan N_2 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 *cooling water system*, serta N_2 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 LLDPE 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 (*timer*) 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 alat *Melt Indexer*

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>	$0.0825 \pm 0,0002$ inchi
Panjang <i>orifice</i>	$0,315 \pm 0,001$ inchi

4.4 Tahap Pembuatan Spesimen

4.4.1 Pembuatan spesimen *injection molding*

Bahan : a. Pelet RI10HO dan LLDPE 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. Nyalakan pendingin, lalu *flushing* dilakukan kembali dengan menggunakan sampel yang akan diinjeksikan.
4. Pelet yang telah diformulasi, di masukkan ke dalam mesin *injection molding* melalui *hopper*.
5. Lalu tekanan injeksi diatur agar dapat menghasilkan cetakan sesuai dengan yang diinginkan.

4.4.2 Pembuatan spesimen *Cast film extrusion*

Bahan : a. Pelet RI10HO dan LLDPE 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 *cast film extrusion*

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 μ

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 *press*

Bahan : Pelet RI10HO dan LLDPE yang telah diformulasi

Alat : a. Mesin pres dengan temperatur dan *timer setting*
b. Aluminium foil
c. Baki aluminium
d. Cetakan berbentuk persegi

Cara kerja :

1. Aluminium foil diletakkan pada baki aluminium sesuai dengan ukuran cetakan fil yang digunakan.
2. Sejumlah pelet di masukkan ke dalam cetakan film tersebut dan ditutup kembali dengan aluminium foil, kemudian ditutup dengan baki aluminium.
3. Sampel diletakkan di dalam mesin pres bagian pemanasan, kemudian di-pres selama kurang lebih 1 menit 40 detik dengan temperatur kerja 230°C

4. Setelah proses pemanasan selesai, baki aluminium dipindahkan ke bagian pendingin dan di-pres selama 1 menit 40 detik.
5. Sampel film hasil pres dikeluarkan dari baki, dan film pres dapat digunakan untuk analisis termal dengan menggunakan DSC.

4.5 Tahap Penentuan Karakterisasi

4.5.1 Pengukuran sifat mekanik

4.5.1.1 Kekuatan tarik dan Perpanjangan

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

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

$$\text{Kekuatan tarik} = \frac{\text{Load} \times 100}{\text{tebal} \times \text{lebar} \times 9,81}$$

Dimana : Load = nilai yang tertera pada alat (N)

Tebal = tebal spesimen *dumbell*

Lebar = lebar spesimen *dumbell*

4.5.1.2 Kekerasan

Bahan : Spesimen disk *injection molding* dari pelet RI10HO dan LLDPE 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.

4.5.1.3 Gardner Impact

Bahan : Spesimen disk *injection molding* dari pelet RI10HO dan LLDPE 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°C 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. Bila spesimen pecah, maka ketinggian beban diturunkan 2,5 cm. dan bila tidak pecah, ketinggian beban dinaikkan 2,5 cm.

Pehitungan :

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

Dimana : I = Energi impak

W= Berat x ketinggian

N = Jumlah sampel

4.5.1.4 Notched Izod Impact

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

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

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.

4.5.2 Pengukuran Sifat Optik

4.5.2.1 Kekilapan

Bahan : Spesimen disk *injection molding* dari pelet RI10HO dan LLDPE 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° 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.

4.5.2.2 Kekabutan

Bahan : Spesimen film dari pelet RI10HO dan LLDPE 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

4.5.2.3 Derajat Kekuningan (YI)

Bahan : Pelet RI10HO dan LLDPE yang telah diformulasi

Alat : a. *Colorimeter Gardner YI – 23 Tristimulus*
 b. Plat kaca berwarna 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

4.5.3 Pengukuran sifat termal

Bahan : a. Spesimen film pres dari pelet RI10HO dan LLDPE 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* Alumunium, 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* Alumunium.
5. Setelah itu sampel diukur sifat termalnya dengan menggunakan DSC

4.5.4 Analisis struktur

4.5.4.1 Kelarutan dalam Xilen

- Bahan :
- a. Xilen
 - b. Pelet RI10HO dan LLDPE yang telah diformulasi (sampel)
 - c. Kertas saring whatman 2
 - d. Nitrogen

- Alat :
- a. Cawan
 - c. Cincin pemberat untuk labu Erlenmeyer
 - d. *Constant temperature bath* $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (*water bath*)
 - e. Desikator
 - f. Erlenmeyer 500 mL

- g. *Explosion proff hot plate*
- h. Gelas beker 250 mL
- i. *Magnetic stirrer/hot plate*
- j. *Reflux condenser Allihan 300 mL Jacket*
- k. Sarung tangan tahan pelarut
- l. *Stirring bar*
- m. Timbangan analitik
- n. Vakum oven
- o. *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 °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 filtrat ke dalam cawan aluminium yang telah ditimbang (W1).
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 *purge* nitrogen selama 45 menit
11. Keluarkan cawan, dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan timbang (W2).

Perhitungan :

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

Dimana : XS = *Xylene Soluble* (kelarutan dalam xilen)

W1 = berat cawan aluminium

W2 = berat cawan aluminium + residu filtrat

B = berat blanko

A = berat sampel

4.5.4.2 Kandungan Etilena

Bahan : Spesimen pres berupa film dari pelet RI10HO dan LLDPE yang telah diformulasi

Alat : FTIR *Spectrometer Nicolet 520*

Cara kerja :

1. Spesimen film pres diletakkan di dalam *sample holder* pada alat FTIR
2. Tekan scan, lalu catat data pada kolom area 730 (*Random*) dan area 4325 (44325).
3. Data tersebut lalu dimasukkan ke dalam kurva kalibrasi (EXCEL) di dalam komputer yang telah diprogram untuk mengetahui kandungan etilena (*ethylene content*).

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Paduan polimer

Paduan polimer merupakan pencampuran dua atau lebih jenis polimer. Umumnya dilakukan untuk mendapatkan sifat baru atau menggabungkan sifat-sifat dari polimer yang dicampurkan. Dari hasil paduan ini, akan diperoleh sifat-sifat dari jenis polimer yang dicampurkan, atau bahkan menjadi lebih baik. Ketangguhan, kristalinitas, dan sifat-sifat polimer lainnya akan berubah dengan ditambahkannya jenis polimer yang berbeda. Sifat yang muncul akan tergantung dari komposisi dan kondisi dari paduan tersebut, serta dari kekompakan masing-masing sifat polimer.

Kopolimer acak etilena-propilena (RI10HO) dan LLDPE adalah polimer jenis semikristalin. Dilihat dari keteraturan susunan molekul dan ikatan antar rantainya, maka LLDPE sedikit cenderung lebih kristalin dibandingkan dengan RI10HO. Tetapi karena gaya ikatan antar rantai molekul LLDPE yang lebih lemah, menyebabkan LLDPE memiliki sifat yang elastis (ulet). Sedangkan RI10HO memiliki sifat yang kaku, dikarenakan gaya ikatan antar rantainya lebih kuat. Karena sifat kaku tersebut, produk dari RI10HO tersebut mudah patah. Untuk mengatasi hal tersebut, pada penelitian ini dilakukan polipaduan dengan menambahkan LLDPE ke dalam matrik RI10HO. Dengan sifat LLDPE yang lebih elastis dan memiliki keuletan yang lebih tinggi, diharapkan produk dari RI10HO tidak mudah patah, dan memiliki ketangguhan yang cukup baik.

Paduan polimer pada penelitian ini ialah penambahan LLDPE pada matrik RI10HO dimana paduan tersebut merupakan pencampuran secara fisik. Dalam paduan polimer, terdapat dua tahap, yaitu tahap formulasi dan tahap peletasi. Dalam tahap formulasi, dilakukan pencampuran pelet kopolimer acak etilena-propilena (RI10HO) dan LLDPE dengan konsentrasi yang berbeda. Pada tahap formulasi ini diperoleh 5 buah sampel pencampuran dengan konsentrasi RI10HO dan LLDPE yang berbeda-beda. Tahap yang kedua adalah peletasi, yaitu tahap pencampuran dengan melelehkan pelet yang kemudian dibuat pelet kembali dengan menggunakan ekstruder. Sehingga diharapkan dalam tahap ini, pencampuran polimer RI10HO dengan LLDPE dapat tercampur secara merata.

5.2 Pembuatan spesimen

Dalam penelitian ini ada suatu analisis yang memerlukan bentuk spesimen yang bukan berbentuk pelet. Oleh karenanya, pelet tersebut dibentuk sesuai dengan bentuk spesimen yang diperlukan. Ada tiga bentuk spesimen yang dibuat, yaitu spesimen yang dibuat dengan menggunakan *injection molding*, *Cast Film Extrusion*, dan mesin pres.

Spesimen yang dibuat dengan *injection molding* berbentuk *dumbbell* dan disk. Spesimen berbentuk *dumbbell* digunakan untuk pengukuran kekuatan tarik, perpanjangan, dan *notched izod impact*. Sedangkan spesimen berbentuk disk digunakan untuk pengukuran kekerasan, *gardner impact*, dan kekilapan.

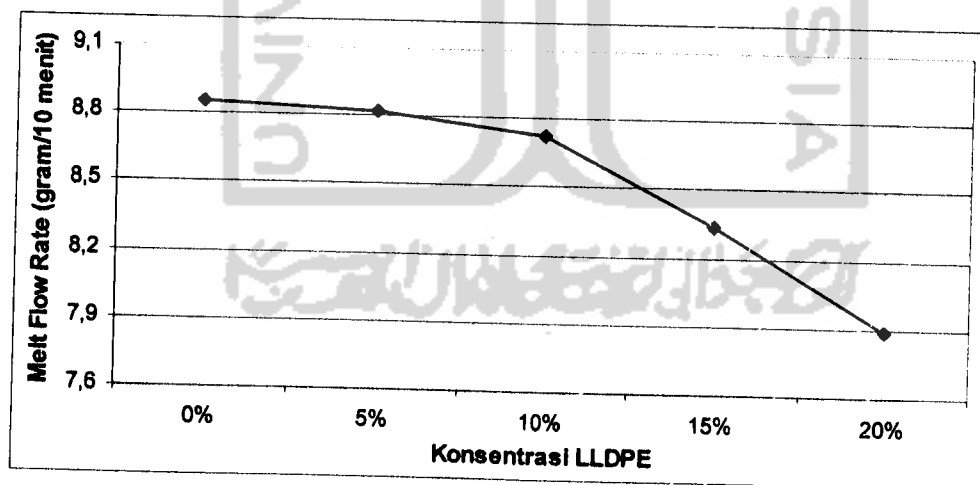
Spesimen mesin pres, berbentuk film pres, dan digunakan untuk pengukuran kandungan etilena dan sifat termal dengan menggunakan DSC.

Sedangkan spesimen *Cast Film Extrusion*, berbentuk film, dan digunakan untuk pengukuran kekabutan.

Adapun pengukuran indeks cepat alir, derajat kekuningan, dan kandungan xilen, tidak dilakukan perubahan bentuk spesimen, melainkan sampel yang digunakan berupa pelet.

5.3 Hasil pengukuran indeks cepat alir (*Melt Flow Index*)

Indeks cepat alir merupakan salah satu sifat reologi 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. Nilai dari indeks cepat alir, dapat menentukan perkiraan berat molekul rata-rata polimer. Hasil pengukuran indeks cepat alir dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik hasil pengukuran indeks cepat alir

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai indeks cepat alir mengalami penurunan dengan bertambahnya konsentrasi dari LLDPE. Hal ini dikarenakan

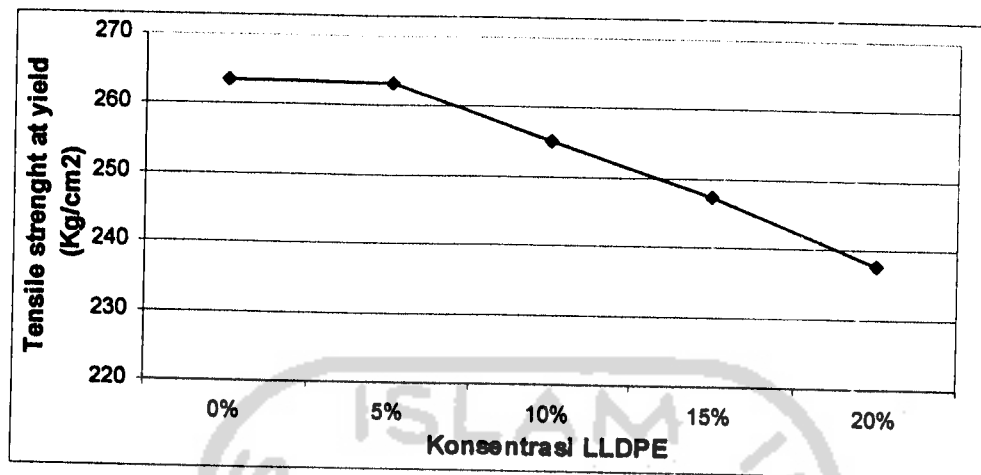
LLDPE memiliki indeks cepat alir yang lebih rendah dari RI10HO. Sehingga LLDPE yang ditambahkan pada RI10HO berpengaruh pada harga indeks cepat alir polipaduan tersebut. Ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya konsentrasi LLDPE, berat molekul rata-rata polipaduan cenderung naik.

Pada pengujian anova didapatkan bahwa variasi penambahan LLDPE berpengaruh terhadap nilai indeks cepat alir. Namun, untuk penambahan LLDPE sebesar 0%, 5% dan 10% tidak ada perbedaan yang berarti

5.4 Hasil pengukuran sifat mekanik

5.4.1 Kekuatan tarik (*Tensile Strength at Yield*)

Kekuatan tarik merupakan analisis kemampuan suatu polimer dalam menahan tegangan. Pengujian dilakukan dengan mengukur gaya yang diberikan secara kontinyu terhadap pertambahan panjang pada kecepatan tetap. Kekuatan tarik yang diukur tidak sampai membuat sampel tersebut putus, melainkan sampai keadaan tidak elastis lagi menerima gaya. Hasil pengukuran kekuatan tarik dapat dilihat pada gambar 11 berikut.



Gambar 11. Grafik hasil pengukuran kekuatan tarik

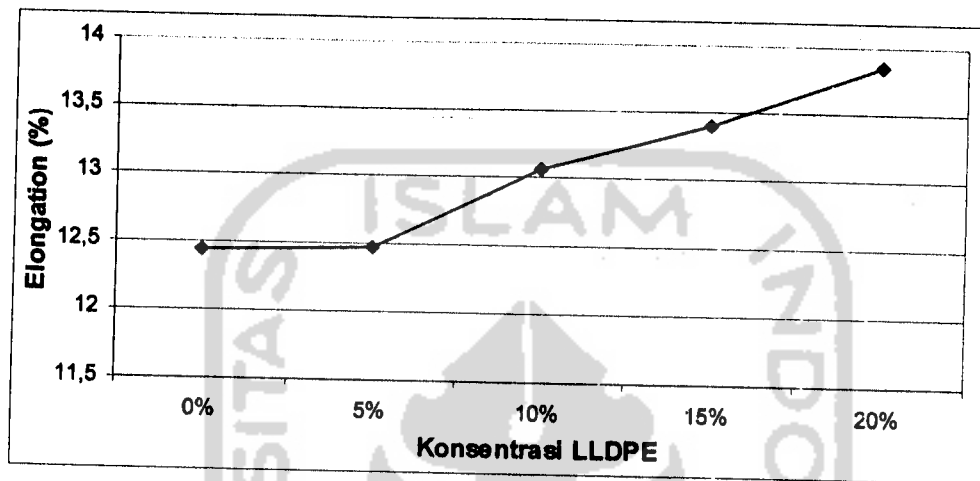
Dari gambar 11, dapat dilihat bahwa penambahan LLDPE dapat menurunkan kekuatan tarik dari paduan RI10HO dengan LLDPE. Walaupun RI10HO dan LLDPE adalah polimer semi kristalin, tetapi dalam tingkat kristalinitasnya LLDPE sedikit lebih baik dari pada RI10HO. Tetapi, karena LLDPE memiliki keuletan yang lebih tinggi daripada RI10HO, menyebabkan nilai untuk kekuatan tariknya menurun. Karena, sifat dari polipaduan tersebut menjadi bertambah elastis dengan ditambahkan LLDPE pada matrik RI10HO.

Dari perhitungan anova dapat dilihat bahwa ada pengaruh penambahan LLDPE terhadap kekuatan tarik. Namun, untuk konsentrasi LLDPE 0% dan 5% tidak memberikan pengaruh secara berarti.

5.4.2 Perpanjangan (*Elongation*)

Perpanjangan memiliki hubungan terbalik dengan kekuatan tarik. Jika kekuatan tarik bernilai besar, maka perpanjangan bernilai kecil. Dan jika kekuatan

tarik bernilai kecil, maka perpanjangan bernilai besar. Pengukuran perpanjangan dilakukan bersamaan dengan pengukuran kekuatan tarik. Hasil pengukuran perpanjangan dapat dilihat pada gambar 12 berikut ini.



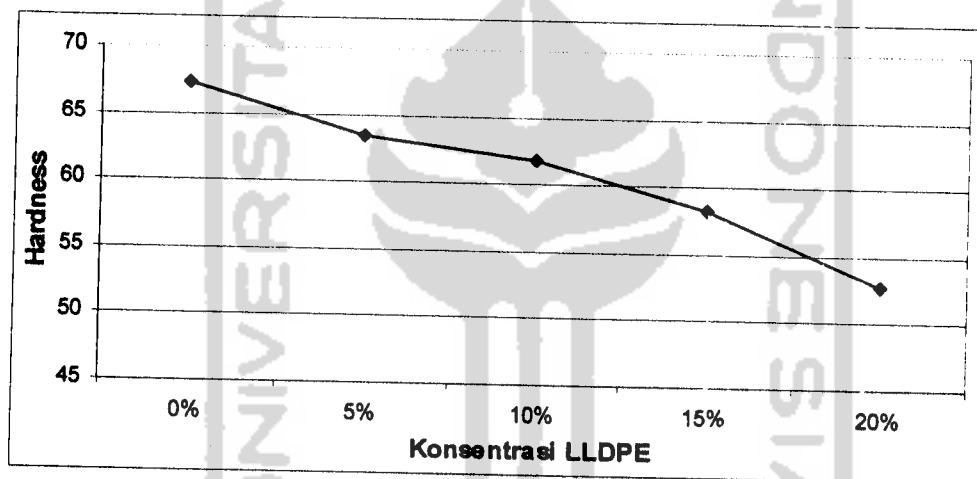
Gambar 12. Grafik hasil pengukuran perpanjangan

Dari grafik tersebut dapat dilihat dengan penambahan LLDPE dapat menaikkan perpanjangan. Hal ini dikarenakan penambahan LLDPE meningkatkan keuletan polipaduan. Sehingga pada saat pemberian gaya untuk kekuatan tarik, perpanjangan semakin besar dikarenakan kekuatan tariknya yang semakin kecil setiap penambahan LLDPE.

Pada pengujian anova diperoleh bahwa penambahan konsentrasi LLDPE dapat mempengaruhi nilai perpanjangan. Namun, untuk konsentrasi LLDPE 0%, 5%, dan 10% tidak ada perbedaan yang berarti. Begitu juga dengan konsentrasi LLDPE 10%, 15%, dan 20%.

5.4.3 Kekerasan (*Hardness*)

Kekerasan merupakan ketahanan suatu material terhadap deformasi permukaan. Pengujian kekerasan suatu bahan dapat dilakukan dengan pengujian penekanan. Salah satu metode pengujian kekerasan dengan penekanan adalah metode Rockwell. Cara mengukur kekerasan adalah dengan polimer tersebut dengan material lain yang terbuat dari baja atau sejenisnya yang sudah tersedia pada alat. Hasil pengukuran kekerasan dapat dilihat pada gambar 13 berikut ini.

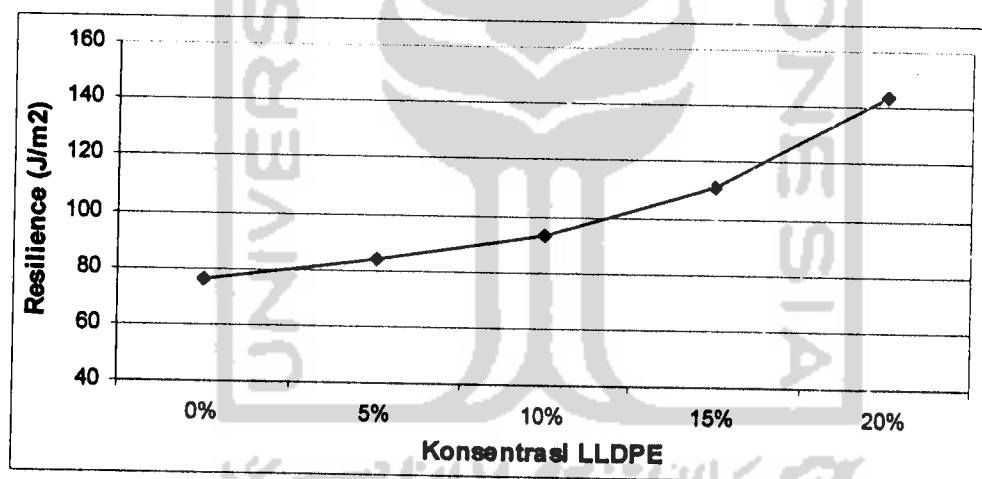


Gambar 13. Grafik hasil pengukuran kekerasan

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa dengan penambahan LLDPE mengakibatkan berkurangnya kekerasan pada paduan RI10HO dengan LLDPE. Hal ini jelas disebabkan LLDPE memiliki keuletan yang lebih tinggi. Selain itu, dengan penambahan LLDPE pada matrik RI10HO menyebabkan gaya antar rantai kedua jenis paduan tersebut bertambah menjadi lemah, sehingga polimer cenderung bersifat lunak. Dari pengujian dengan anova, dapat dilihat bahwa penambahan konsentrasi LLDPE mempengaruhi nilai kekerasan secara berarti.

5.4.4 Notched izod impact

Notched izod impact merupakan suatu pengujian untuk mengetahui kekuatan impak. Kekuatan impak adalah kemampuan suatu material dalam menyerap energi pada saat dikenai suatu beban secara tiba-tiba (pukulan/impak) hingga material tersebut rusak. Dalam *Notched izod impact*, sampel polimer terlebih dahulu ditakik, dengan maksud membantu tahap perusakan polimer lebih awal. Hasil pengukuran *Notched izod impact* dinyatakan sebagai *resilience*, yaitu kemampuan polimer untuk menahan impak per satuan luas. Hasil pengukuran *Notched izod impact* dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 14. Grafik hasil pengukuran *Notched izod impact*

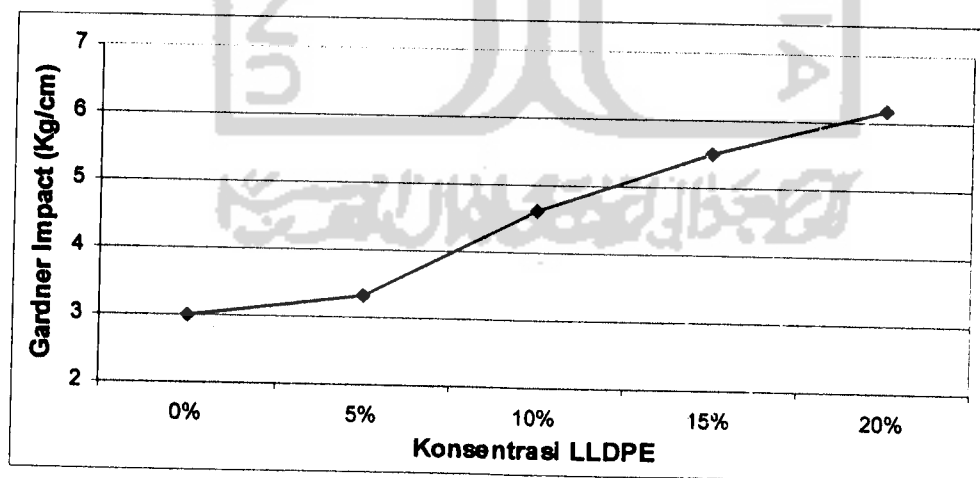
Dari gambar tersebut dapat dilihat nilai *resilience* bertambah tinggi dengan adanya penambahan LLDPE. Hal ini disebabkan LLDPE memiliki keuletan. Keuletan LLDPE disebabkan oleh gaya antar rantainya yang lebih lemah, sehingga rantai lebih bebas bergerak dan mampu menahan/menyerap gaya dari luar lebih baik. Sehingga hasil paduan RI10HO dan LLDPE akan semakin

tangguh dengan bertambahnya konsentrasi LLDPE. Keuletan yang dimiliki LLDPE menyebabkan LLDPE memiliki ketahanan impak yang baik.

Pada pengujian anova, didapatkan bahwa ada pengaruh penambahan LLDPE terhadap nilai notched izod impact. Namun untuk konsentrasi 0% dan 5% tidak ada perbedaan yang berarti. Begitu juga pada konsentrasi 5% dan 10%.

5.4.5 Gardner Impact

Gardner impact hampir sama dengan *Notched izod impact* yaitu sama-sama merupakan suatu pengujian untuk melihat kekuatan impaknya. Perbedaan *gardner impact* dengan *Notched izod impact* terletak pada perlakuan sampel dan cara analisisnya. Untuk *gardner impact* tidak dilakukan penakikan. Pengukuran *gardner impact* dilakukan pada temperatur -20°C . Hasil pengukuran *gardner impact* dapat dilihat pada gambar 15 berikut ini :



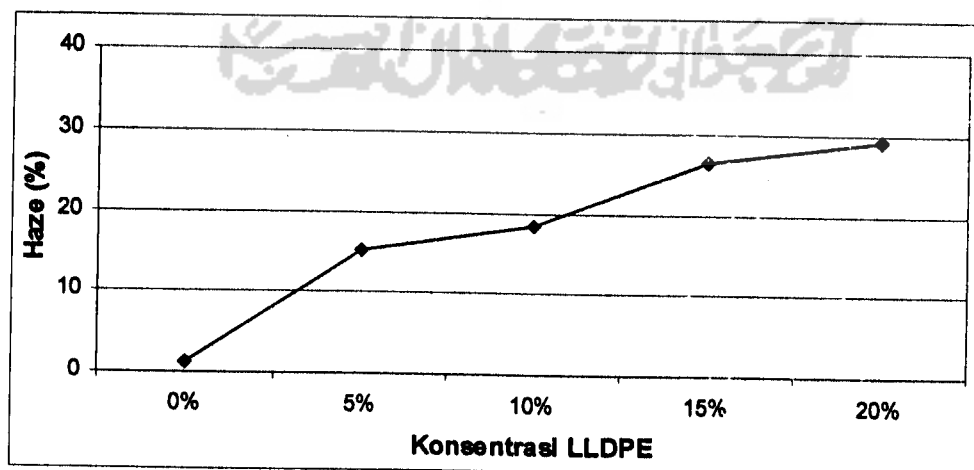
Gambar 15. Grafik hasil pengukuran *Gardner impact*

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa penambahan LLDPE dapat meningkatkan nilai *gardner impact* pada paduan RI10HO dengan LLDPE. Hal ini dikarenakan LLDPE memiliki ketahanan impak yang baik. Sehingga dengan bertambahnya konsentrasi LLDPE pada matrik RI10HO menyebabkan meningkatnya kekuatan impak polipaduan secara keseluruhan. Ketahanan impak yang baik dari LLDPE tersebut disebabkan karena sifatnya yang ulet.

5.5 Hasil pengukuran sifat optik

5.5.1 Kekabutan (*Haze*)

Kekabutan berbanding terbalik dengan kejernihan. Semakin besar nilai kekabutan suatu material, maka kejernihannya semakin kecil. Sebaliknya, semakin kecil kekabutannya, maka kejernihan suatu material semakin besar. Analisis kekabutan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar suatu material yang *hazy* (buram) dapat meneruskan cahaya yang melewatinya. Hasil pengukuran kekabutan dapat dilihat pada gambar 16 berikut ini :

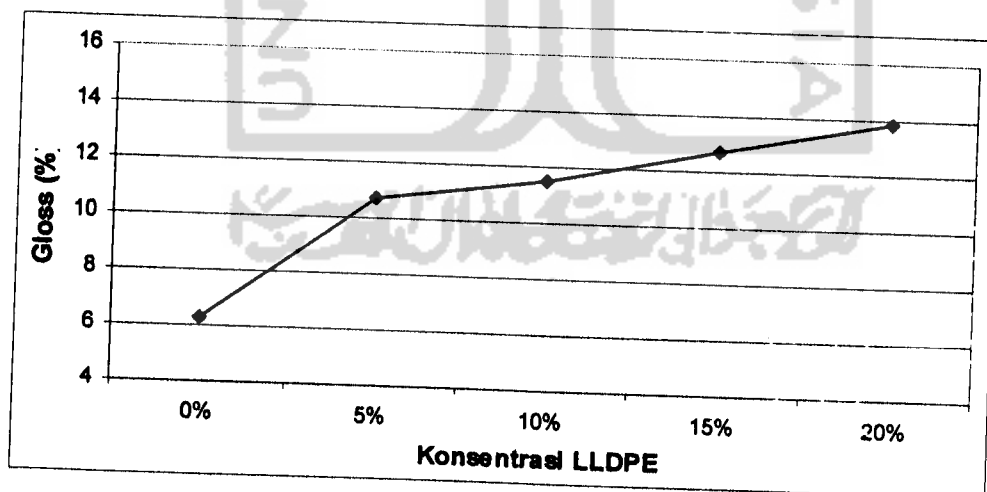


Gambar 16. Grafik hasil pengukuran kekabutan

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa dengan penambahan konsentrasi LLDPE, nilai kekabutannya bertambah tinggi. Hal ini disebabkan karena susunan molekul dari LLDPE cenderung rapih yang berakibat paduannya juga semakin rapih susunan molekulnya, sehingga cahaya yang diteruskan cenderung semakin sedikit. Dengan pengujian anova diperoleh bahwa penambahan konsentrasi LLDPE berpengaruh terhadap nilai kekabutan secara berarti.

5.5.2 Kekilapan (*Gloss*)

Kekilapan adalah parameter untuk mengetahui kemampuan permukaan material dalam memantulkan cahaya. Pengukuran kekilapan suatu material dilakukan dengan membandingkan cahaya yang dipantulkan oleh sampel dengan permukaan yang berwarna hitam. Hasil pengukuran kekilapan, dapat dilihat pada gambar 17 berikut ini :

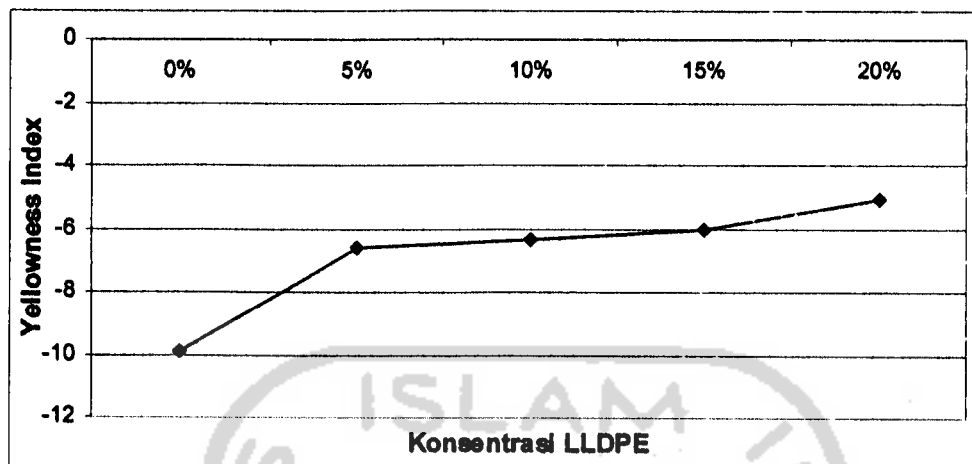


Gambar 17. Grafik hasil pengukuran kekilapan

Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa kekilapan mengalami peningkatan dengan bertambahnya konsentrasi LLDPE. Menurut Way (1999), semakin tinggi indeks refraktif, maka semakin tinggi pula kekilapannya. Polietilena (LLDPE) memiliki indeks refraktif lebih tinggi dari pada polipropilena (RI10HO). Hal ini menyebabkan, kekilapan paduan RI10HO dengan LLDPE semakin tinggi dengan bertambahnya konsentrasi dari LLDPE. Dengan pengujian anova dapat dilihat bahwa penambahan konsentrasi LLDPE berpengaruh secara berarti terhadap nilai kekilapan.

5.5.3 Derajat kekuningan (*Yellowness Index*)

Derajat kekuningan merupakan parameter untuk menentukan derajat kekuningan suatu material. Semakin besar nilai derajat kekuningan maka polimer tersebut semakin berwarna kuning, dan semakin kecil nilai derajat kekuningannya maka polimer tersebut semakin berwarna putih. Hasil pengukuran derajat kekuningan dari paduan RI10HO dan LLDPE dapat dilihat pada gambar 18 berikut ini :



Gambar 18. Grafik hasil pengukuran derajat kekuningan

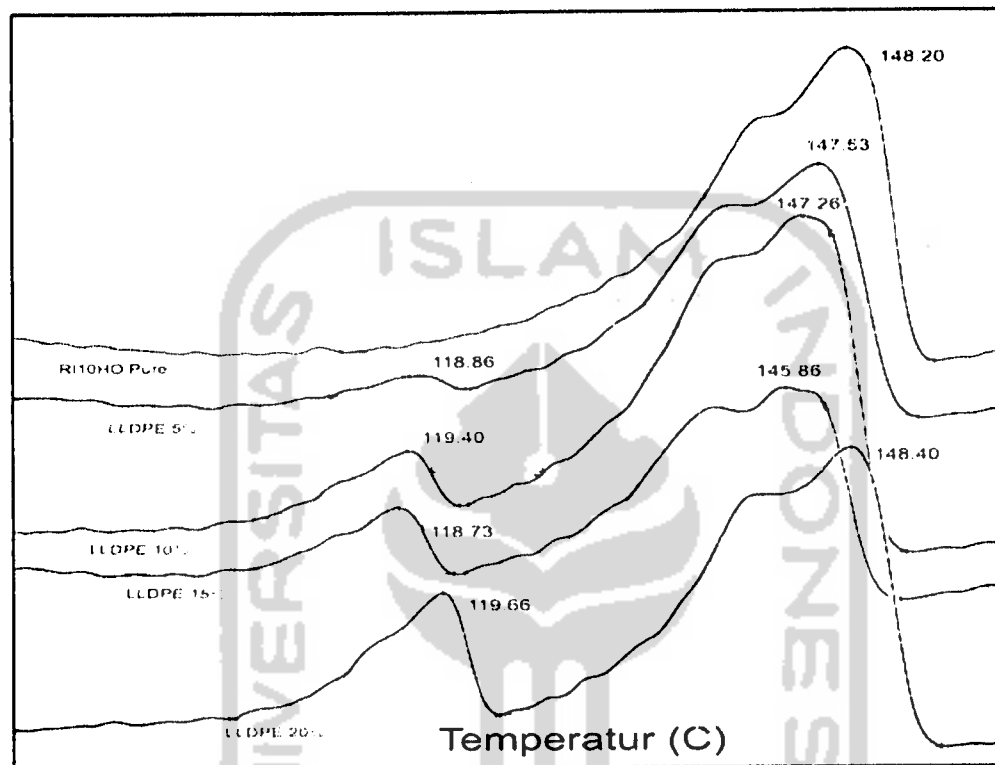
Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa dengan ditamhkannya LLDPE ke dalam matrik RI10HO, menyebabkan meningkatnya derajat kekuningan. Hal ini disebabkan karena LLDPE memiliki warna agak kekuningan dibandingkan dengan RI10HO yang berwarna putih agak jernih.

Dari pengujian anova diperoleh bahwa ada pengaruh terhadap penambahan LLDPE. Namun, untuk penambahan konsentrasi LLDPE 5% dan 10% tidak ada perbedaan yang berarti.

5.6 Hasil pengukuran sifat termal dengan menggunakan DSC

Analisis termal yang dilakukan pada penelitian ini ialah untuk menentukan temperatur leleh (T_m) dan temperatur kristalisasi (T_c). Temperatur leleh (T_m) diperoleh dengan dilakukannya pemanasan di dalam alat DSC, sedangkan untuk temperatur kristalisasi (T_c) diperoleh dengan dilakukannya pendinginan setelah

dipanaskan. Hasil pengukuran temperatur leleh dari hasil paduan dan polimer penyusunnya dapat dilihat pada gambar berikut



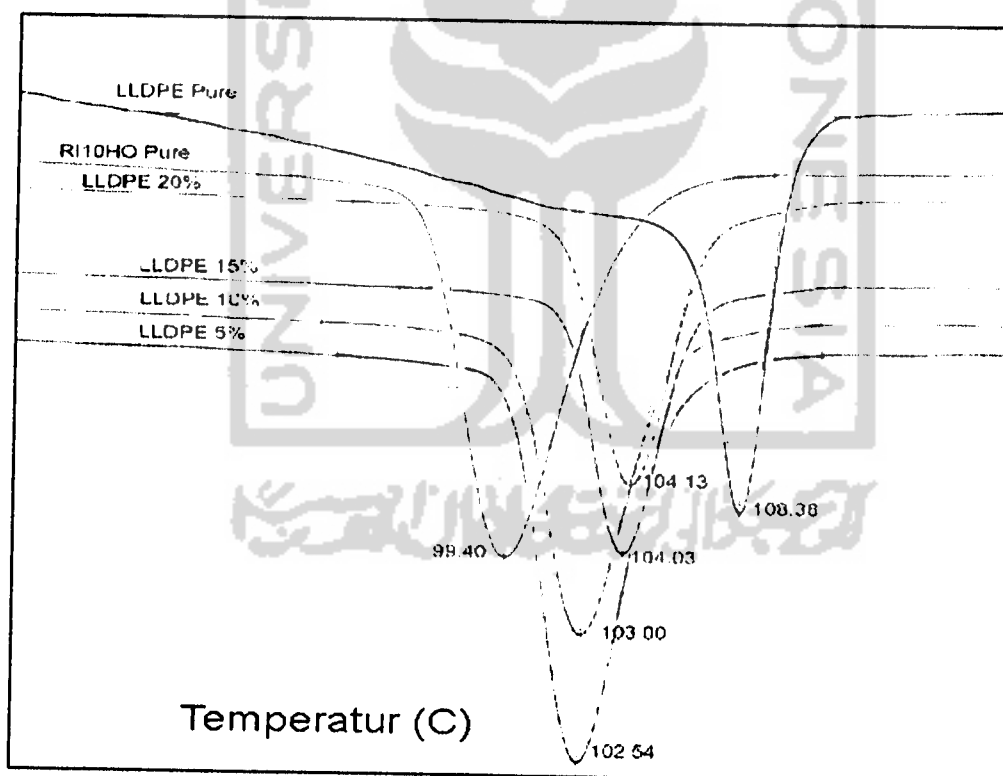
Gambar 19. Termogram hasil pemanasan

Dari gambar di atas dapat melihat, bahwa RI10HO memiliki temperatur leleh sekitar 148°C. Sedangkan dengan bertambahnya konsentrasi LLDPE, maka luas puncak RI10HO (peak sekitar 148°C) semakin berkurang, dan terdapat puncak lagi pada temperatur sekitar 118-119°C. Puncak tersebut timbul dikarenakan titik leleh LLDPE adalah sekitar 119°C (lihat lampiran).

Pada termogram tersebut terdapat dua puncak yang menandakan bahwa paduan yang dihasilkan tidak saling bercampur. Puncak pertama merupakan temperatur leleh (T_m) dari LLDPE yang berkisar antara 118-119°C, sedangkan

puncak kedua merupakan temperatur leleh milik RI10HO yang berkisar antara 145-148°C. Dengan bertambahnya konsentrasi LLDPE pada paduan RI10HO dan LLDPE, menyebabkan puncak pertama akan semakin besar.

Temperatur kristalisasi (T_c), diperoleh dengan dilakukannya pendinginan sehingga terjadi proses eksoterm yang menimbulkan pelepasan energi oleh polimer. Hal ini digambarkan dalam diagram DSC sebagai jurang yang dalam. Hasil pengukuran temperatur kristalisasi (T_c) untuk paduan dan polimer penyusunnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 20. Termogram hasil pendinginan

Dari termogram tersebut dapat kita lihat bahwa temperatur kristalisasi (T_c) untuk RI10HO adalah 99°C, sedangkan untuk LLDPE sekitar 108°C.

Mengingat bahwa T_c LLDPE adalah 108°C dan T_m LLDPE adalah 119°C , menyebabkan LLDPE lebih cepat mengkristal jika dibandingkan dengan RI10HO, dimana T_c dan T_m RI10HO masing-masing sebesar 99°C dan 148°C . Range yang terlalu besar antara T_c dan T_m menyebabkan polimer tersebut lama dalam mengkristal.

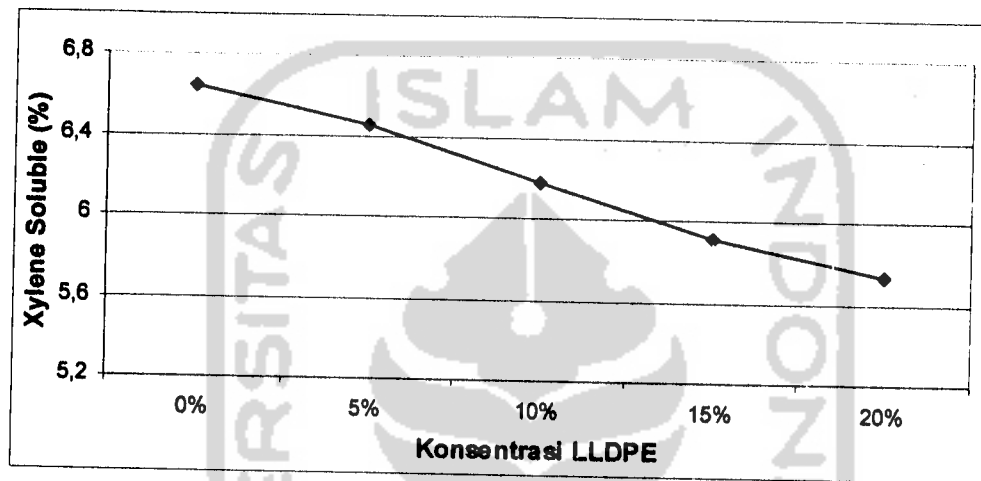
Temperatur kristalisasi hasil paduan yang dapat dilihat pada termogram menunjukkan adanya satu jurang, berbeda dengan temperatur leleh (T_m) yang memiliki dua puncak. Hal ini dimungkinkan karena temperatur kristalisasi komponennya sangat berdekatan serta bersamaan dengan terjadinya kristalisasi RI10HO dan LLDPE, sehingga termogram yang muncul hanya satu jurang (Nadkarni & Jog, 1991). Temperatur kristalisasi untuk paduan tersebut berkisar antara $102-104^{\circ}\text{C}$.

5.7 Hasil pengukuran analisis struktur

5.7.1 Kelarutan dalam xilen (*Xylene Soluble*)

Analisis kelarutan dalam xilen bertujuan untuk menentukan jumlah polimer ataktik (nonkristalin) dalam polipropilena. Dalam industri polimer, untuk menghasilkan material plastik yang berkualitas tinggi biasanya digunakan polipropilena dengan kandungan fraksi isotaktik yang tinggi. Tetapi, kandungan fraksi ataktik juga diperlukan untuk meningkatkan kekuatan impak polimer. Akan tetapi, jika kandungan fraksi ataktik terlalu banyak, maka polimer yang dihasilkan akan bersifat lunak dan kekuatan tariknya jadi berkurang.

Analisis kelarutan dalam xilen ditentukan dengan melarutkan polimer kedalam xilen panas (mendidih), sehingga fraksi isotaktik akan terendap, sedangkan fraksi ataktik akan larut dalam xilen panas. Hasil analisis xilen untuk paduan RI10HO dan LLDPE dapat dilihat pada gambar 21 berikut ini :



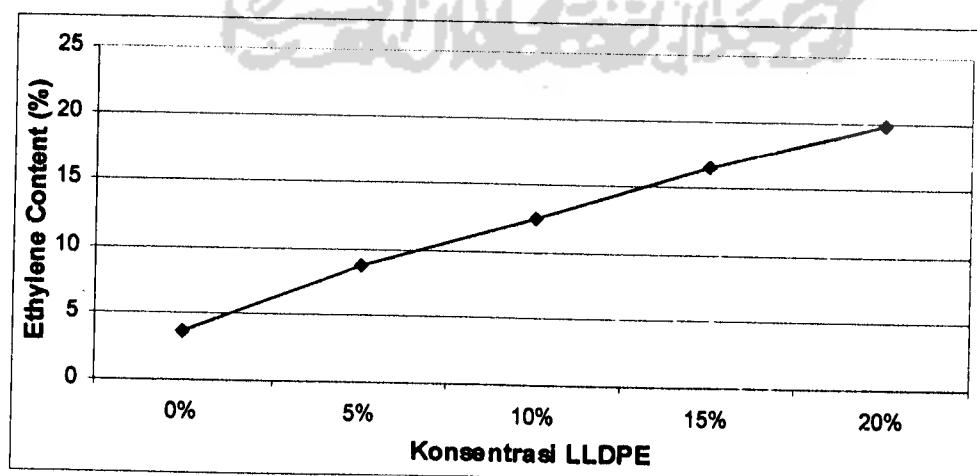
Gambar 21. Grafik hasil pengukuran analisis kelarutan dalam xilen

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai kelarutan dalam xilen mengalami penurunan dengan bertambahnya LLDPE. Hal ini disebabkan karena LLDPE tidak mengenal taktisitas, sehingga penambahan LLDPE mengurangi jumlah matrik polirpropilena. Fraksi ataktik, isotaktik ataupun sindiotaktik hanya ada pada polipropilena, karena dalam rantai lurus polipropilena terdapat gugus metil yang mengikat. Letak dari gugus metil tersebut mempengaruhi adanya fraksi ataktik, isotaktik ataupun sindiotaktik. Sedangkan polietilena tidak mengenal taktisitas karena berupa rantai lurus. Sehingga, dengan berkurangnya konsentrasi polipropilena maka kandungan ataktiknya ikut berkurang.

5.7.2 Kandungan etilena (*Ethylene Content*)

Analisis kandungan etilena bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kandungan konsentrasi etilena dalam polipropilena. Kandungan etilena dalam polipropilena dapat ditentukan dengan menggunakan Spektroskopi Inframerah. Spektroskopi inframerah merupakan metode analisis kimia yang dipakai untuk mengidentifikasi maupun menghitung konsentrasi senyawa organik yang memiliki gugus fungsi tertentu. Spektrum pada spektroskopi inframerah adalah absorbance (sumbu-y) vs *wavenumber*/bilangan gelombang/panjang gelombang dalam satuan $1/\text{cm}$ (sumbu-x). Etilena di dalam Polipropilena akan menunjukkan peak (puncak) di bilangan gelombang 730-733 $1/\text{cm}$. Dengan memiliki deret standar dengan konsentrasi etilena yang telah diketahui, maka dapat ditentukan kadar etilena di dalam polipropilena tersebut.

Dalam penelitian ini, ditentukan kandungan etilena pada paduan antara RI10HO dengan LLDPE. Hasil analisis kandungan etilena, dapat dilihat pada gambar 22 berikut ini :



Gambar 22. Grafik hasil analisis kandungan etilena

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa dengan penambahan konsentrasi LLDPE pada paduan RI10HO dan LLDPE, menyebabkan meningkatnya kandungan etilena. Hal ini jelas, bahwa dengan menambahkan LLDPE maka kandungan etilenanya bertambah. Hal ini mungkin karena monomer dari LLDPE sebagian besar adalah etilena. Dari hasil perhitungan anova didapatkan bahwa konsentrasi dari penambahan LLDPE pada paduan RI10HO dengan LLDPE berpengaruh secara berarti terhadap nilai kandungan etilena.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Penambahan LLDPE pada kopolimer acak etilena-propilena (RI10HO) memberikan sifat mekanik yang baru. Diantaranya, terjadi peningkatan pada perpanjangan (*elongation*), *gardner impact* dan *notched izod impact*. Tetapi, terjadi pula penurunan pada kekuatan tarik (*tensile strength at yield*) dan kekerasan (*hardness*).
2. Untuk kekuatan tarik, perpanjangan, dan kekerasan, konsentrasi penambahan LLDPE yang paling baik adalah 0%, atau dengan kata lain RI10HO murni. Sedangkan untuk *gardner impact*, dan *notched izod impact* konsentrasi penambahan LLDPE yang paling baik adalah 20%.

6.2 Saran

Perlu dilakukannya analisis SEM untuk mengetahui kehomogenan bahan polipaduan tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A.W. & Gast, A.P., 1997, *Physical Chemistry of Surfaces*, 6th Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Anggraeni, S.D., 2003, *Pengaruh Slip Agent Terhadap Sifat Permukaan Film Polipropilena, Skripsi*, Program Sarjana, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Anonim, 1999, *Atactic, Isotactic and Syndiotactic Polypropylene*, The Dow Chemical Company
(http://www.dow.com/polyolefins/about/pptechctr/primer/fig_tab/atactic.htm)
- Anonim, 1998, *Polypropylene* (<http://www.psrm.usm.edu/macrog/pp.htm>).
- Bandrup, J & Immergut, E.H., 1989, *Polymer Handbook*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Billmeyer, F.W.Jr., 1984, *Textbook Of Polymer Science*, 3rd Edition, A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York.
- Callister, W.D.Jr, 1997, *Material Science and Engineering, An Introduction*, 4th Edition, John Wiley & 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, et.al., 1991, *Specific Interaction and The Miscibility of Polymer Blends*, Technomic, 20
- Cowd, M.A., 1991, *Kimia Polimer*, Diterjemahkan oleh Harry Firman, Penerbit ITB, Bandung.
- Fathoni, H.A.Z., 2000, *Hand Out II : Proses Pengolahan Gas Untuk Industri Petrokimia*, Jurusan Teknik Kimia-FTI, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Fatimah, I., 2004, *Modul Mata Kuliah Kimia Polimer*, p.23-27, 55-60, 77, Jurusan Kimia-MIPA, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Karian, H.G., 2003, *Handbook Of Polypropylene And Polypropylene Composites*, 2nd Ed., p.11, 16,18, Marcel Dekker, Inc., New York.

- 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.
- Maier & Calafut, 1998, *Polypropylene : The Definitive User's Guide and DataBook* p.4-5, Plastics Design Library (pdi), Hanser Publisher.
- Muller, H & Gachter, R., 1996, *Plastics Additive Handbook : Stabilizers, Processing Aids, Plasticizers, Fillers, Reinforcement, Colorants for Thermoplastics*, 4th 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
- Pajiano, 2000. *Pengaruh Penambahan Polietilena, PP, dan PS terhadap Sifat Termal dan Mekanik ABS dalam bentuk polipaduan*, Skripsi, Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Prabandono, K., 2003, *Pengaruh Penambahan LDPE Terhadap Unjuk Kerja Kopolimer Acak Etilena-Propilen (EPrC)*, Skripsi, Program Sarjana, Universitas Indonesia, Jakarta.
- 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*, Thesis, Program Pascasarjana, Universitas Indonesia, Jakarta
- Steven, M.P., 2001, *Kimia Polimer*, Diterjemahkan oleh Iis Sopyan, Cetakan Pertama, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Strong, A.B., 2000, *Plastics: Materials and Processing*, 2nd Edition, Prentice Hall, London.
- Ting, et.al., 1980, *J.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



LAMPIRAN



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

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

n	RI10HO PURE	RI10HO 95% LLDPE 5%	RI10HO 90% LLDPE 10%	RI10HO 85% LLDPE 15%	RI10HO 80% LLDPE 20%
1	8,916	8,85	8,796	8,275	7,954
2	8,794	8,837	8,623	8,222	7,885
3	8,736	8,829	8,756	8,518	7,844
4	8,942	8,826	8,65	8,332	7,665
5	8,867	8,774	8,801	8,344	8,083
Rata-rata	8,851	8,8232	8,7252	8,3382	7,8862
SD	0,08549269	0,029029296	0,083376855	0,111687958	0,153328732

Tabel 10. Hasil pengukuran kekuatan tarik (*tensile strength at yield*)

n	RI10HO RI10HO	RI10HO 95% LLDPE 5%	RI10HO 90% LLDPE 10%	RI10HO 85% LLDPE 15%	RI10HO 80% LLDPE 20%
1	259,344	265,704	252,606	247,045	236,791
2	262,988	263,943	255,572	248,059	238,969
3	265,107	265,46	257,169	248,059	238,506
4	268,565	263,943	256,507	247,369	236,653
5	263,285	259,402	252,606	246,029	238,636
6	260,553	262,418	257,169	247,865	237,997
7	260,487	263,943	253,761	248,518	237,811
8	256,078	258,71	256,029	246,339	238,196
9	268,94	263,943	253,468	244,881	236,179
10	267,664	264,398	256,914	248,387	238,689
Rata-rata	263,3011	263,1864	255,1801	247,2551	237,8427
SD	4,28438152	2,362098747	1,878233476	1,182118104	0,971428393

Tabel 11. Hasil pengukuran perpanjangan (*elongation*)

n	RI10HO PURE	RI10HO 95% LLDPE 5%	RI10HO 90% LLDPE 10%	RI10HO 85% LLDPE 15%	RI10HO 80% LLDPE 20%
1	12,86	12,71	13,45	13,71	12,75
2	12,76	11,89	12,91	12,98	13,24
3	13,26	12,81	13,48	13,34	14,28
4	13	11,84	13,56	13,12	13,93
5	12,79	13,99	13,74	12,59	14,9
6	12,2	11,78	12,4	13,62	13,9
7	12,32	11,73	12,08	13,49	13,65
8	11,88	12,84	11,8	13,86	13,98
9	11,81	12,64	14,35	13,66	13,89
10	11,51	12,48	12,85	13,69	14
Rata-rata	12,439	12,471	13,062	13,406	13,852
SD	0,58067872	0,699721373	0,799663818	0,398614266	0,573426349

Tabel 12. Hasil pengukuran kekerasan (*hardness*)

n	RI10HO PURE	RI10HO 95% LLDPE 5%	RI10HO 90% LLDPE 10%	RI10HO 85% LLDPE 15%	RI10HO 80% LLDPE 20%
1	67,3	65,3	63,8	59,3	52,4
2	67,8	64,7	61,7	59,8	53
3	67	63,9	62	58,6	53,8
4	67,4	63,3	61,4	58,5	53,4
5	67	63,4	61,3	58,5	52,5
6	67,6	62,5	62,3	57,9	52,1
7	66,6	62,7	62,9	58,3	52,3
8	68,7	63,3	60,9	57,8	53,8
9	67,8	63,4	60,9	56,6	52
10	66,7	62,7	60,7	56,9	52,1
Rata-rata	67,39	63,52	61,79	58,22	52,74
SD	0,62441083	0,895420447	0,985956952	0,978434123	0,705848583

Tabel 13. Hasil pengukuran *notched izod impact*

n	RI10HO PURE	RI10HO 95% LLDPE 5%	RI10HO 90% LLDPE 10%	RI10HO 85% LLDPE 15%	RI10HO 80% LLDPE 20%
1	73,926	88,304	92,69	109,357	144,776
2	78,223	83,086	92,982	102,632	150,448
3	79,083	80,415	94,444	130,994	139,701
4	77,077	81,899	92,69	111,404	135,821
5	73,926	86,257	92,398	101,754	146,866
Rata-rata	76,447	83,9922	93,0408	111,2282	143,5224
SD	2,40886145	3,229550387	0,811132048	11,80968104	5,801503452

Tabel 14. Hasil pengukuran *gardner impact*

RI10HO PURE	RI10HO 95% LLDPE 5%	RI10HO 90% LLDPE 10%	RI10HO 85% LLDPE 15%	RI10HO 80% LLDPE 20%
3	3,3125	4,625	5,5	6,1875

Tabel 15. Hasil pengukuran kekabutan (% haze)

n	RI10HO RI10HO	RI10HO 95% LLDPE 5%	RI10HO 90% LLDPE 10%	RI10HO 85% LLDPE 15%	RI10HO 80% LLDPE 20%
1	1,3	15,1	19,1	27	35,4
2	1,1	16,8	19,5	29,5	30,2
3	1,1	13,9	18,1	24,7	27,3
4	1,6	15	17,9	28,2	27,1
5	1,4	14,2	18,3	27,4	25,3
6	1,1	14	17,8	24,2	24,8
7	1,1	16,1	18,9	24,8	28,6
8	1	15,2	18,1	26,5	30,5
9	1,1	15,1	18	25,7	36,6
10	1	16,1	17,7	26,6	26,7
Rata-rata	1,18	15,15	18,34	26,46	29,25
SD	0,19321836	0,962923788	0,611373681	1,666799995	4,014764418

Tabel 16. Hasil pengukuran kekilapan (% gloss)

n	RI10HO PURE	RI10HO 95% LLDPE 5%	RI10HO 90% LLDPE 10%	RI10HO 85% LLDPE 15%	RI10HO 80% LLDPE 20%
1	6,1	11	11,2	12,8	14,3
2	6,2	11,1	11,4	12,7	13,9
3	6,1	10,9	11,5	12,7	14,2
4	6,2	11,2	11,7	12,8	13,9
5	6,2	10,9	11,6	12,6	13,6
6	6,3	11,2	11,1	13,1	13,1
7	6,8	11	11,6	12,8	14
8	6,5	10,7	11,7	13,1	14
9	6,3	9,6	11,5	12,4	13,8
10	6	9,6	11,6	12,5	13,5
Rata-rata	6,27	10,72	11,49	12,75	13,83
SD	0,23118055	0,608824003	0,202484567	0,227303028	0,352924292

Tabel 17. Hasil pengukuran derajat kekuningan (*yellowness index*)

n	RI10HO PURE	RI10HO 95% LLDPE 5%	RI10HO 90% LLDPE 10%	RI10HO 85% LLDPE 15%	RI10HO 80% LLDPE 20%
1	-9,55	-6,6	-6,21	-5,98	-5,15
2	-10,14	-6,58	-6,24	-6,17	-5,16
3	-9,93	-6,45	-6,27	-6,09	-4,99
4	-9,9	-6,86	-6,46	-5,92	-4,89
5	-10,16	-6,64	-6,54	-5,95	-5,05
Rata-rata	-9,936	-6,626	-6,344	-6,022	-5,048
SD	0,24602845	0,148929514	0,146731046	0,104737768	0,113225439

Tabel 18. Hasil pengukuran kelarutan dalam xilen (*xylene soluble*)

n	RI10HO PURE	RI10HO 95% LLDPE 5%	RI10HO 90% LLDPE 10%	RI10HO 85% LLDPE 15%	RI10HO 80% LLDPE 20%
1	6,62	6,43	6,1	5,92	5,71
2	6,67	6,48	6,25	5,9	5,75
Rata-rata	6,645	6,455	6,175	5,91	5,73
SD	0,03535534	0,035355339	0,106066017	0,014142136	0,028284271

Tabel 19. Hasil pengukuran kandungan etilena (*ethylene content*)

n	RI10HO PURE	RI10HO 95% LLDPE 5%	RI10HO 90% LLDPE 10%	RI10HO 85% LLDPE 15%	RI10HO 80% LLDPE 20%
1	3,544	8,54373	12,7862	16,7003	20,0659
2	3,531	8,56911	12,078	16,3506	19,7563
3	3,552	8,79981	12,4027	16,0926	19,6418
4	3,554	8,83	12,9096	16,7786	20,2186
5	3,575	9,0053	12,4794	16,5499	19,5036
Rata-rata	3,5512	8,74959	12,53118	16,4944	19,83724
SD	0,01608415	0,193214124	0,328936653	0,277653732	0,297398963

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

1. Kekuatan tarik (*Tensile Strength At Yield*)

Diketahui : Ketebalan : 3,46 cm
 Lebar : 12,78 cm
 Load : 1125 kg

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Tensile strength} &= \frac{\text{Load} \times 100}{\text{Tebal} \times \text{lebar} \times 9,81} \\
 &= \frac{1125 \times 100}{12,78 \times 3,46 \times 9,81} \\
 &= 259,344 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

2. Gardner impact

Diketahui :

KETINGGIAN SAMPEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	W x N
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
TOTAL																					60

Perhitungan :

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

Dimana : I = Energi impak
 W = Berat x Ketinggian
 N = Jumlah sampel pada ketinggian
 X = Sampel pecah
 O = Sampel tidak pecah

Diketahui : Berat beban : 0,25 kg
 Jumlah sampel : 20

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

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

3. Kelarutan dalam xilen (*Xylene Soluble*)

Diketahui : Berat sampel (A) : 2,0030 gr
 Berat cawan (W1) : 46,6462 gr
 Berat cawan + filtrat (W2) : 46,8239 gr
 Blank : 0,2228 gr

Perhitungan :

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

$$= \frac{2 \times (46,8239 - 46,6462) - 0,2228}{2,0030} \times 100 \%$$

$$= 6,62 \%$$

ANOVA

Melt Flow					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3,391	4	,848	82,975	,000
Within Groups	,204	20	,010		
Total	3,596	24			

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. $P\text{-value} > \alpha$, maka terima H_0

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

Dari uji di atas $P\text{-value} = 0,000 < \alpha (0,05)$, maka keputusannya tolak H_0 , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai indeks cepat alir.

Homogeneous Subsets

Melt Flow

Tukey HSD^a

Konsentrasi	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
LLDPE 20%	5	7,88620		
LLDPE 15%	5		8,33820	
LLDPE 10%	5			8,72520
LLDPE 5%	5			8,82320
RI10HO	5			8,85100
Sig.		1,000	1,000	,316

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

2. Kekuatan tarik

Descriptives

Tensile Strenght at Yield

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RI10HO	10	263,30110	4,284382	1,354840	260,23624	266,36596	256,078	268,940
LLDPE 5%	10	263,18640	2,362099	,746961	261,49666	264,87614	258,710	265,704
LLDPE 10%	10	255,18010	1,878233	,593950	253,83649	256,52371	252,606	257,169
LLDPE 15%	10	247,25510	1,182118	,373819	246,40948	248,10074	244,881	248,518
LLDPE 20%	10	237,84270	,971428	,307193	237,14778	238,53762	236,179	238,969
Total	50	253,35308	10,137588	1,433871	250,47201	256,23415	236,179	268,940

Test of Homogeneity of Variances

Tensile Strenght at Yield

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
6,400	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 Strenght at Yield

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	375,776	4	21,602	,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. $P\text{-value} > \alpha$, maka terima H_0

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

Dari uji di atas $P\text{-value} = 0,000 < \alpha (0,05)$, maka keputusannya tolak H_0 , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai kekuatan tarik.

Homogeneous Subsets

Tensile Strenght at Yield

Tukey HSD^a

Konsentrasi	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
LLDPE 20%	10	237,84270			
LLDPE 15%	10		247,25510		
LLDPE 10%	10			255,18010	
LLDPE 5%	10				263,18640
RI10HO	10				263,30110
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

3. Perpanjangan

Descriptives

Elongation								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RI10HO	10	12,4390	,58068	,18363	12,0236	12,8544	11,51	13,26
LLDPE 5%	10	12,4710	,69972	,22127	11,9704	12,9716	11,73	13,99
LLDPE 10%	10	13,0620	,79966	,25288	12,4900	13,6340	11,80	14,35
LLDPE 15%	10	13,4060	,39881	,12605	13,1208	13,6912	12,59	13,86
LLDPE 20%	10	13,8520	,57343	,18133	13,4418	14,2622	12,75	14,90
Total	50	13,0460	,81280	,11495	12,8150	13,2770	11,51	14,90

Test of Homogeneity of Variances

Elongation			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,375	4	45	,258

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 $P\text{-value} = 0,258 > \alpha (0,05)$, maka keputusannya terima

H_0 , jadi variansi data perpanjangan seragam.

ANOVA

Elongation

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14,786	4	3,696	9,459	,000
Within Groups	17,586	45	,391		
Total	32,371	49			

Uji hipotesis

a. H_0 = Tidak ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai perpanjangan

H_1 = Ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai perpanjangan

b. $\alpha = 5\%$

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

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

Dari uji di atas $P\text{-value} = 0,000 < \alpha (0,05)$, maka keputusannya tolak H_0 , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai perpanjangan.

Homogeneous Subsets

Elongation

Tukey HSD^a

Konsentrasi	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
RI10HO	10	12,4390	
LLDPE 5%	10	12,4710	
LLDPE 10%	10	13,0620	13,0620
LLDPE 15%	10		13,4060
LLDPE 20%	10		13,8520
Sig.		,188	,052

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10,000.

4. Kekerasan

Descriptives

Hardness								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
R110HO	10	67,3800	,62441	,19748	66,9433	67,8367	66,60	68,70
LLDPE 5%	10	63,5200	,89542	,28316	62,8795	64,1605	62,50	65,30
LLDPE 10%	10	61,7900	,98596	,31179	61,0847	62,4953	60,70	63,80
LLDPE 15%	10	58,2200	,97843	,30941	57,5201	58,9199	56,60	59,80
LLDPE 20%	10	52,7400	,70585	,22321	52,2351	53,2449	52,00	53,80
Total	50	60,7320	5,08421	,71902	59,2871	62,1769	52,00	68,70

Test of Homogeneity of Variances

Hardness			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,576	4	45	,681

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 $P\text{-value} = 0,681 > \alpha (0,05)$, maka keputusannya terima

H_0 , jadi variansi data kekerasan seragam.

ANOVA

Hardness					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1234,035	4	308,509	426,195	,000
Within Groups	32,574	45	,724		
Total	1266,609	49			

Uji hipotesis

a. H_0 = Tidak ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai kekerasan

H_1 = Ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai kekerasan

b. $\alpha = 5\%$

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

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

Dari uji di atas $P\text{-value} = 0,000 < \alpha (0,05)$, maka keputusannya tolak H_0 , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai kekerasan

Homogeneous Subsets

Hardness

• Tukey HSD^a

Konsentrasi	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
LLDPE 20%	10	52,7400				
LLDPE 15%	10		58,2200			
LLDPE 10%	10			61,7900		
LLDPE 5%	10				63,5200	
RI10HO	10					67,3900
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.

5. Notched izod impact

Descriptives

Izod Impact

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RI10H0	5	76,44700	2,408861	1,077276	73,45600	79,43800	73,926	79,083
LLDPE 5%	5	83,99220	3,229550	1,444299	79,98218	88,00222	80,415	88,304
LLDPE 10%	5	93,04080	,811132	,362749	92,03365	94,04795	92,398	94,444
LLDPE 15%	5	111,22820	11,809681	5,281450	96,56454	125,89186	101,754	130,994
LLDPE 20%	5	143,52240	5,801503	2,594511	136,31888	150,72592	135,821	150,448
Total	25	101,64612	25,07554	5,015111	91,29544	111,99680	73,926	150,448

Test of Homogeneity of Variances

Izod Impact

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,941	4	20	,046

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 $P\text{-value} = 0,046 < \alpha (0,05)$, maka keputusannya tolak

H_0 , jadi variansi data *Notched izod impact* tidak seragam. Sehingga

digunakan anova satu arah dengan koreksi Welch

Robust Tests of Equality of Means

Izod Impact

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	132,939	4	8,636	,000

a. Asymptotically F distributed.

Uji hipotesis

a. H_0 = Tidak ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai *Notched izod impact*

H_1 = Ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai *Notched izod impact*

b. $\alpha = 5\%$

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

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

Dari uji di atas $P\text{-value} = 0,000 < \alpha (0,05)$, maka keputusannya tolak H_0 , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai *Notched izod impact*

Homogeneous Subsets

Izod Impact

Tukey HSD^a

Konsentrasi	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
RI10HO	5	76,44700			
LLDPE 5%	5	83,99220	83,99220		
LLDPE 10%	5		93,04080		
LLDPE 15%	5			111,22820	
LLDPE 20%	5				143,52240
Sig.		,332	,179	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

6. Kekabutan

Descriptives

% Haze

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RI10HO	10	1,180	,1932	,0811	1,042	1,318	1,0	1,6
LLDPE 5%	10	15,150	,9829	,3045	14,481	15,839	13,9	16,8
LLDPE 10%	10	18,340	,6114	,1933	17,903	18,777	17,7	19,5
LLDPE 15%	10	26,480	1,6668	,5271	25,268	27,652	24,2	29,5
LLDPE 20%	10	29,250	4,0148	1,2696	26,378	32,122	24,8	36,6
Total	50	18,076	10,1767	1,4392	15,184	20,968	1,0	36,6

Test of Homogeneity of Variances

% Haze

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
10,844	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 kekabutan tidak seragam. Sehingga digunakan anova

satu arah dengan koreksi Welch

Robust Tests of Equality of Means

% Haze

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	2514,153	4	19,163	,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. $P\text{-value} > \alpha$, maka terima H_0

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

Dari uji di atas $P\text{-value} = 0,000 < \alpha (0,05)$, maka keputusannya tolak H_0 , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai kekabutan.

Homogeneous Subsets

% Haze

Tukey HSD^a

Konsentrasi	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
RI10HO	10	1,180				
LLDPE 5%	10		15,150			
LLDPE 10%	10			18,340		
LLDPE 15%	10				26,460	
LLDPE 20%	10					29,250
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.

7. Kekilapan

Descriptives

% Goss

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RI10HO	10	6,2700	,23118	,07311	6,1046	6,4354	6,00	6,80
LLDPE 5%	10	10,7200	,60882	,19253	10,2845	11,1555	9,60	11,20
LLDPE 10%	10	11,4900	,20248	,06403	11,3452	11,6348	11,10	11,70
LLDPE 15%	10	12,7500	,22730	,07188	12,5874	12,9126	12,40	13,10
LLDPE 20%	10	13,8300	,35292	,11160	13,5775	14,0825	13,10	14,30
Total	50	11,0120	2,64727	,37438	10,2597	11,7643	6,00	14,30

Test of Homogeneity of Variances

% Goss

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,198	4	45	,021

Uji hipotesis

a. H_0 = Data antar sampel memiliki variansi yang sama H_1 = Data antar sampel memiliki variansi yang tidak samab. $\alpha = 5\%$ c. $P\text{-value} > \alpha$, maka terima H_0 $P\text{-value} < \alpha$, maka tolak H_0 Dari uji di atas nilai $P\text{-value} = 0,021 < \alpha (0,05)$, maka keputusannya tolak H_0 , jadi variansi data kekilapan tidak seragam. Sehingga digunakan anova

satu arah dengan koreksi Welch

Robust Tests of Equality of Means

% Goss

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	1243,404	4	22,087	,000

a. Asymptotically F distributed.

Uji hipotesis

a. H_0 = Tidak ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai kekilapan

H_1 = Ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai kekilapan

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 , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai kekilapan

Homogeneous Subsets

% Goss

Tukey HSD^a

Konsentrasi	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
RI10HO	10	6,2700				
LLDPE 5%	10		10,7200			
LLDPE 10%	10			11,4900		
LLDPE 15%	10				12,7500	
LLDPE 20%	10					13,8300
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.

8. Derajat kekuningan

Descriptives

Yellowness Index

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RI10HO	5	-9,9360	,24603	,11003	-10,2415	-9,6305	-10,16	-9,55
LLDPE 5%	5	-6,6260	,14893	,06660	-6,8109	-6,4411	-6,86	-6,45
LLDPE 10%	5	-6,3440	,14673	,06562	-6,5262	-6,1618	-6,54	-6,21
LLDPE 15%	5	-6,0220	,10474	,04684	-6,1520	-5,8920	-6,17	-5,92
LLDPE 20%	5	-5,0480	,11323	,05064	-5,1886	-4,9074	-5,16	-4,89
Total	25	-6,7952	1,69864	,33973	-7,4964	-6,0940	-10,16	-4,89

Test of Homogeneity of Variances

Yellowness Index

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,783	4	20	,550

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 $P\text{-value} = 0,550 > \alpha (0,05)$, maka keputusannya terima H_0 ,

jadi variansi data derajat kekuningan seragam

ANOVA

Yellowness Index

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	68,737	4	17,184	671,102	,000
Within Groups	,512	20	,026		
Total	69,249	24			

Uji hipotesis

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

H_1 = Ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai derajat kekuningan

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 , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai derajat kekuningan.

Homogeneous Subsets

Yellowness Index

Tukey HSD^a

Konsentrasi	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
R110H0	5	-9,9360			
LLDPE 5%	5		-6,6260		
LLDPE 10%	5		-6,3440		
LLDPE 15%	5			-6,0220	
LLDPE 20%	5				-5,0480
Sig.		1,000	,076	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

9. Kandungan etilena

Descriptives

Enthylene Content

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
RI10HO	5	3,55120	,016084	,007193	3,53123	3,57117	3,531	3,575
LLDPE 5%	5	8,74959	,193214	,086408	8,50968	8,98950	8,544	9,005
LLDPE 10%	5	12,53118	,328937	,147105	12,12275	12,93961	12,078	12,910
LLDPE 15%	5	16,49440	,277654	,124171	16,14965	16,83915	16,093	16,779
LLDPE 20%	5	19,83724	,297399	,133001	19,46797	20,20651	19,504	20,219
Total	25	12,23272	5,842191	1,168438	9,82118	14,64426	3,531	20,219

Test of Homogeneity of Variances

Enthylene Content

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,734	4	20	,020

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 $P\text{-value} = 0,020 < \alpha (0,05)$, maka keputusannya tolak

H_0 , jadi variansi data kandungan etilena tidak seragam. Sehingga

digunakan anova satu arah dengan koreksi Welch.

Robust Tests of Equality of Means

Enthylene Content				
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	6567,057	4	8,061	,000

a. Asymptotically F distributed.

Uji hipotesis

a. H_0 = Tidak ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai kandungan etilena

H_1 = Ada pengaruh konsentrasi terhadap nilai kandungan etilena

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 , sehingga kesimpulannya variasi konsentrasi mempengaruhi nilai kandungan etilena.

Homogeneous Subsets

Enthylene Content

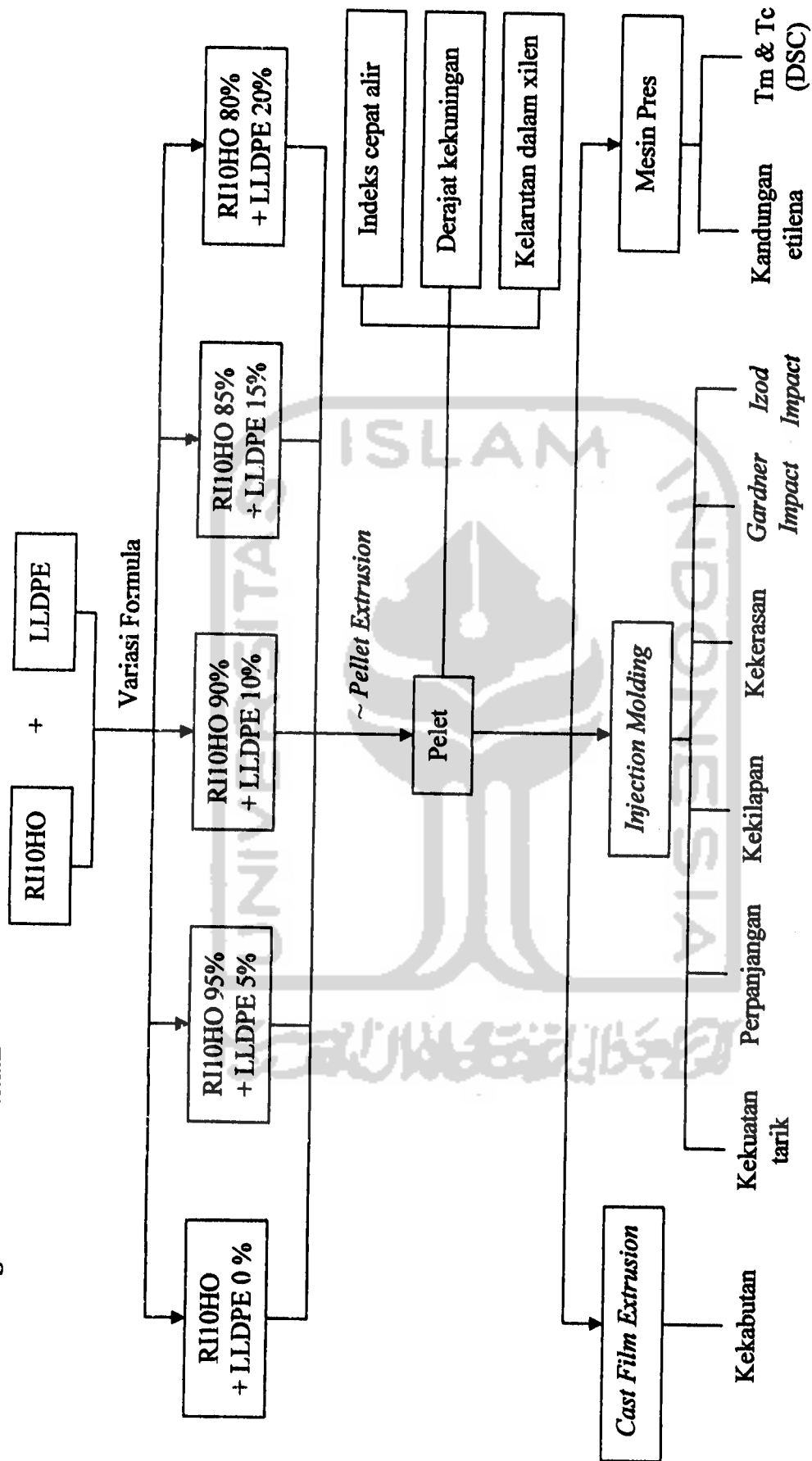
• Tukey HSD^a

Konsentrasi	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
RI10HO	5	3,55120				
LLDPE 5%	5		8,74959			
LLDPE 10%	5			12,53118		
LLDPE 15%	5				16,49440	
LLDPE 20%	5					19,83724
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

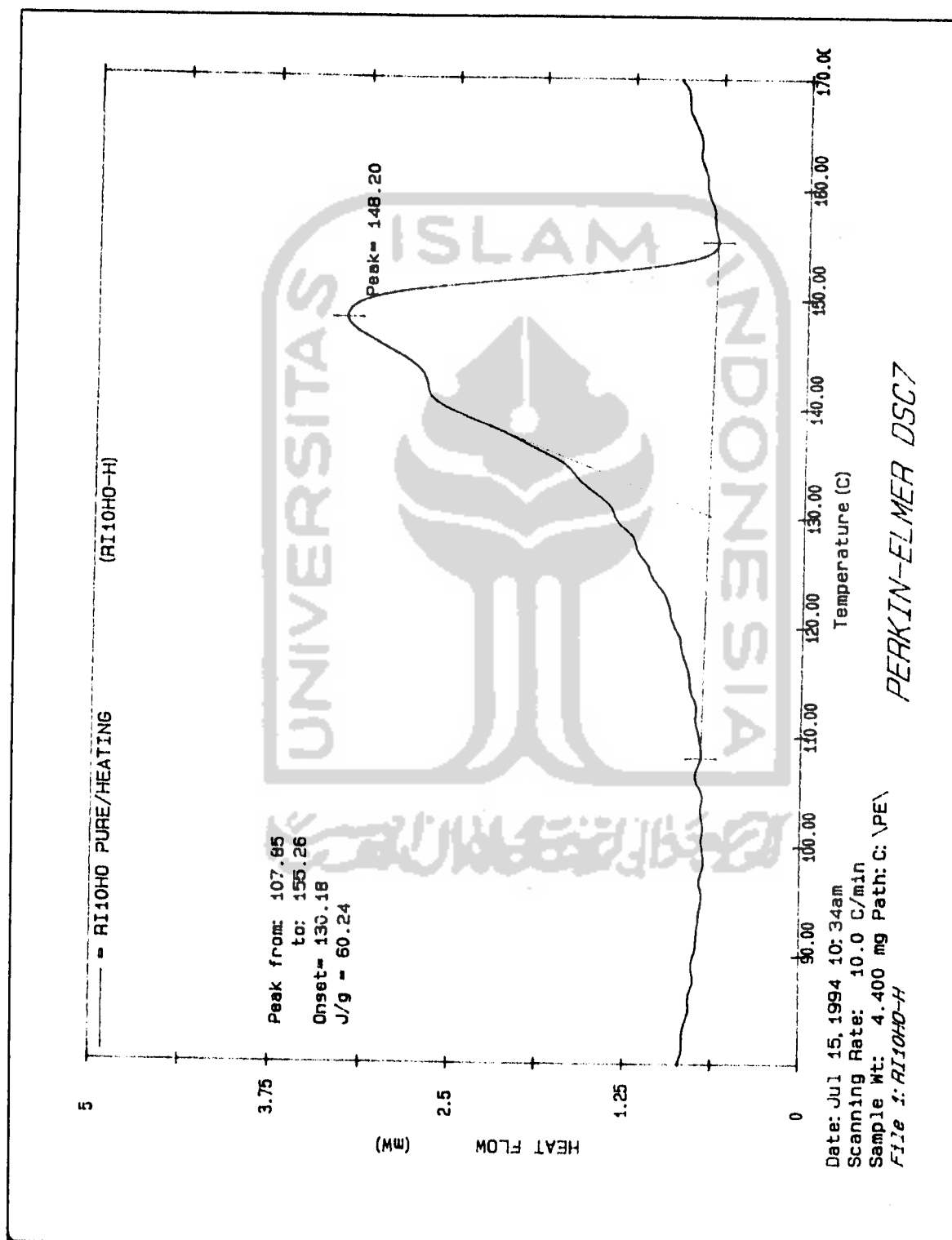
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

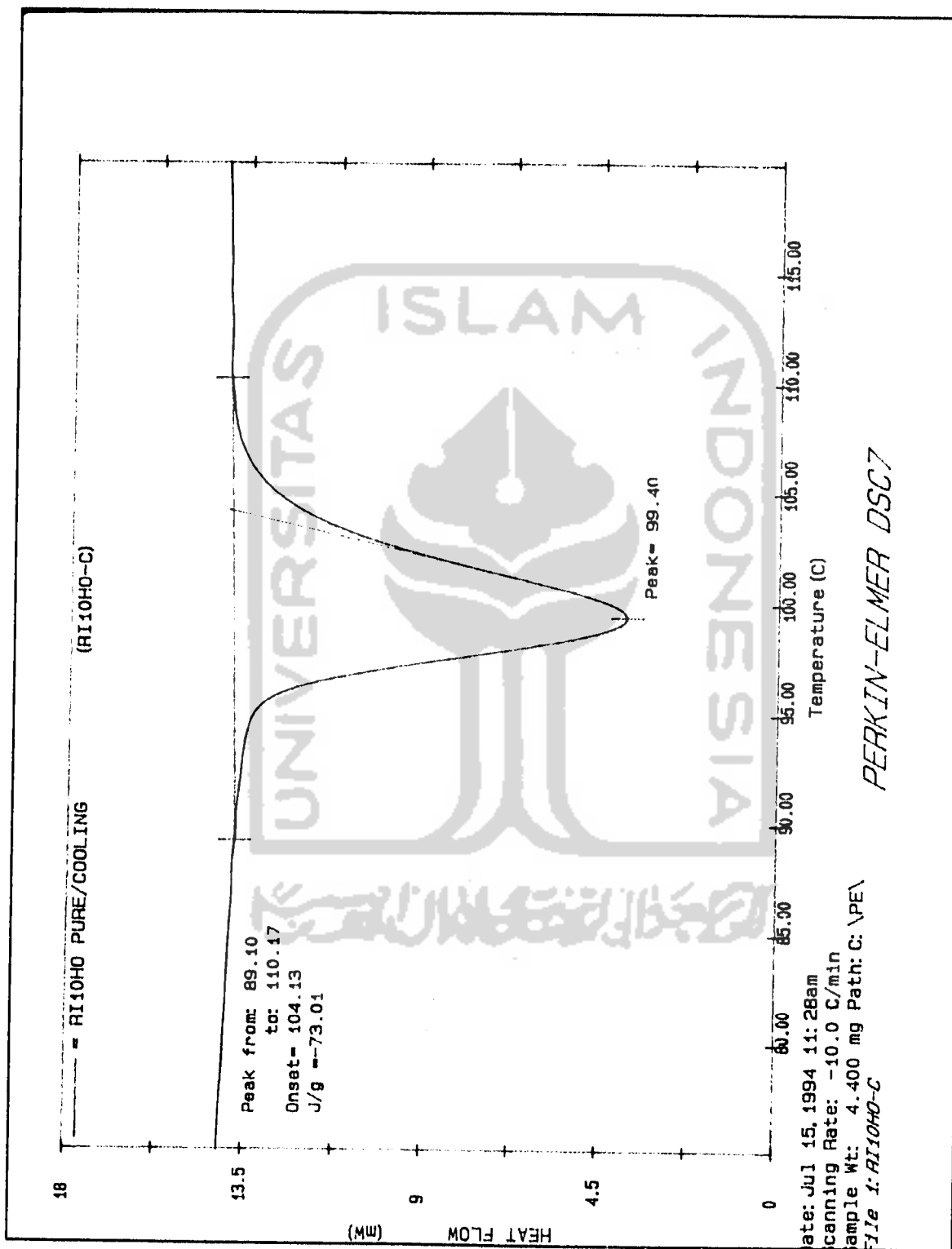
LAMPIRAN 4. Diagram Alir Penelitian



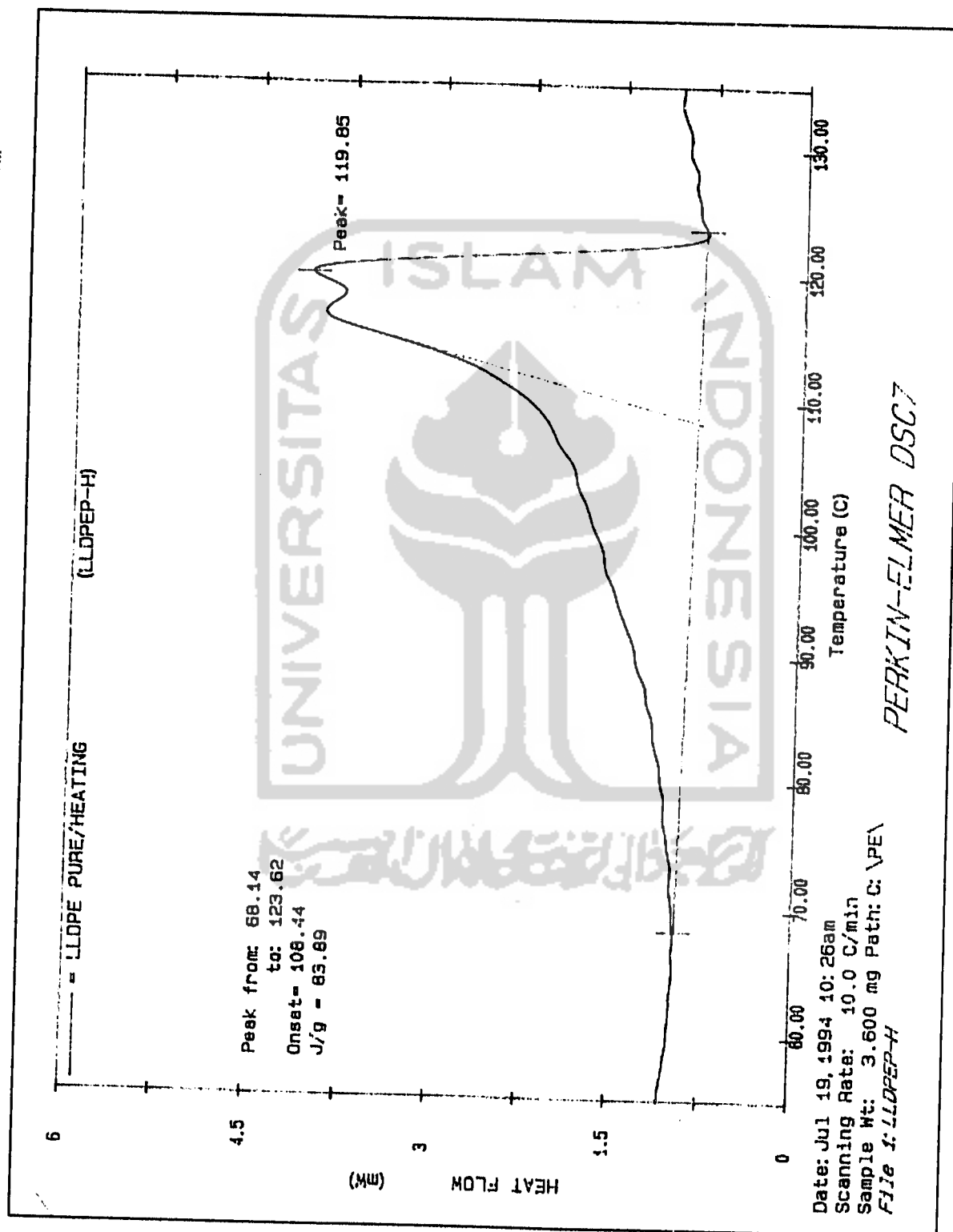
LAMPIRAN 5. Termogram DSC

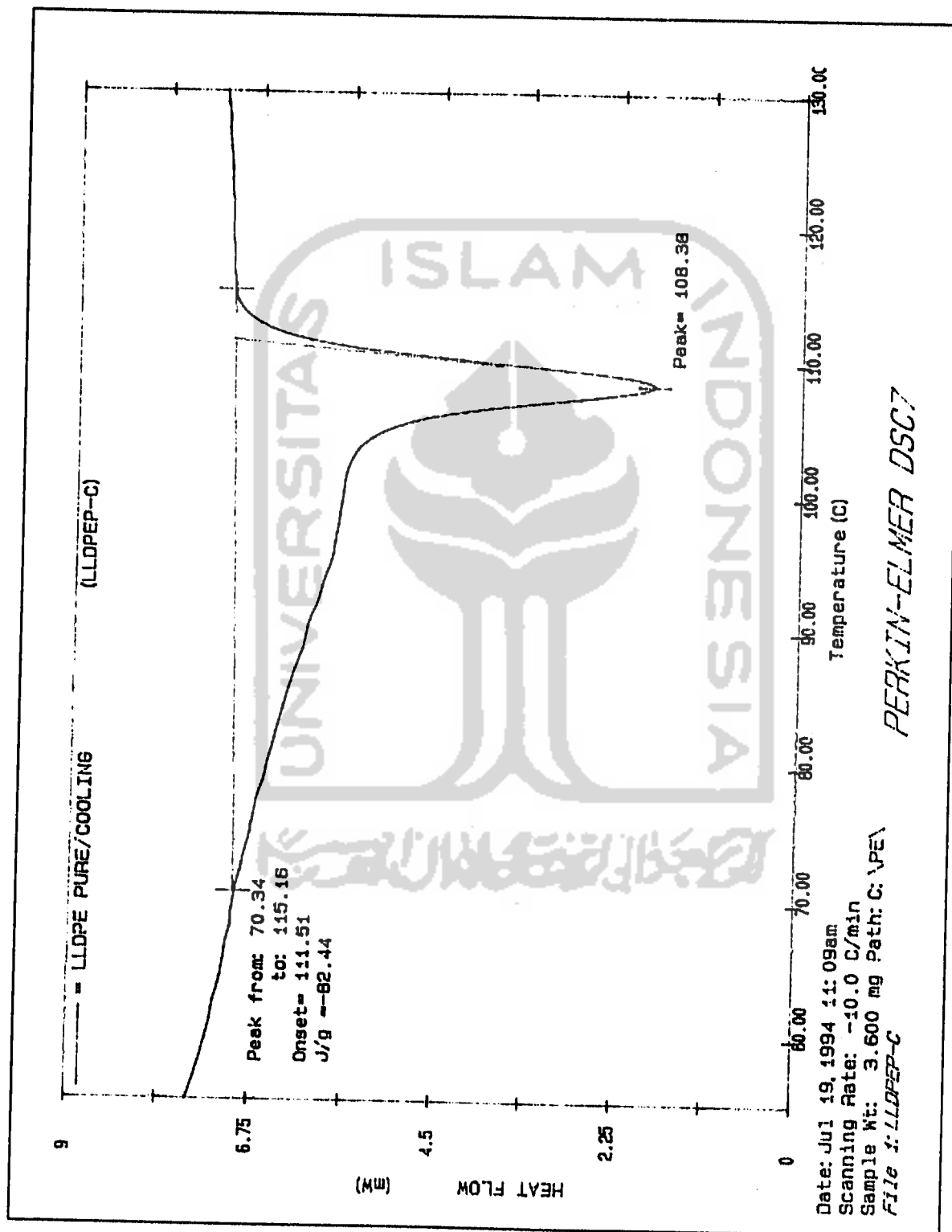
1. RI10HO 100%



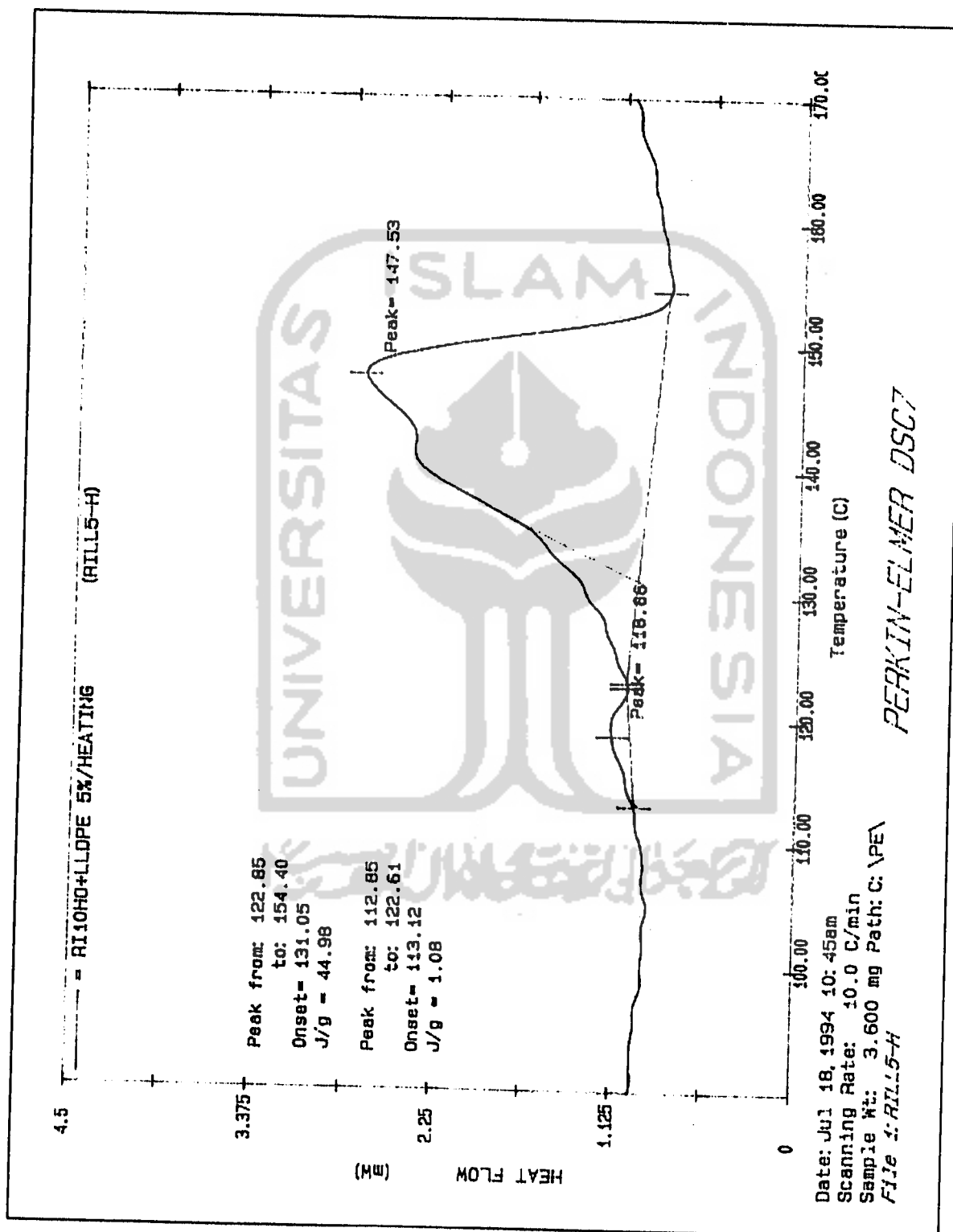


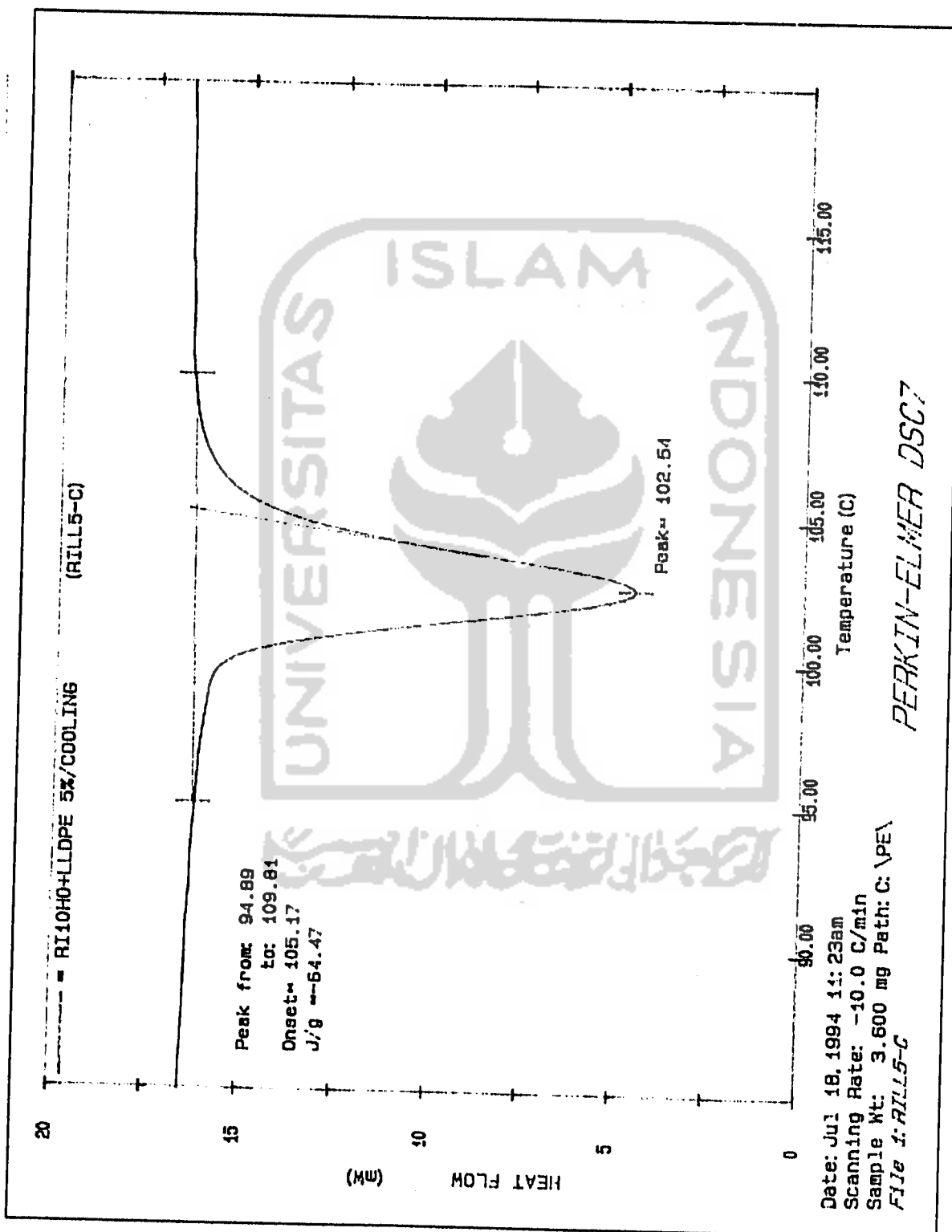
2. LLDPE 100%



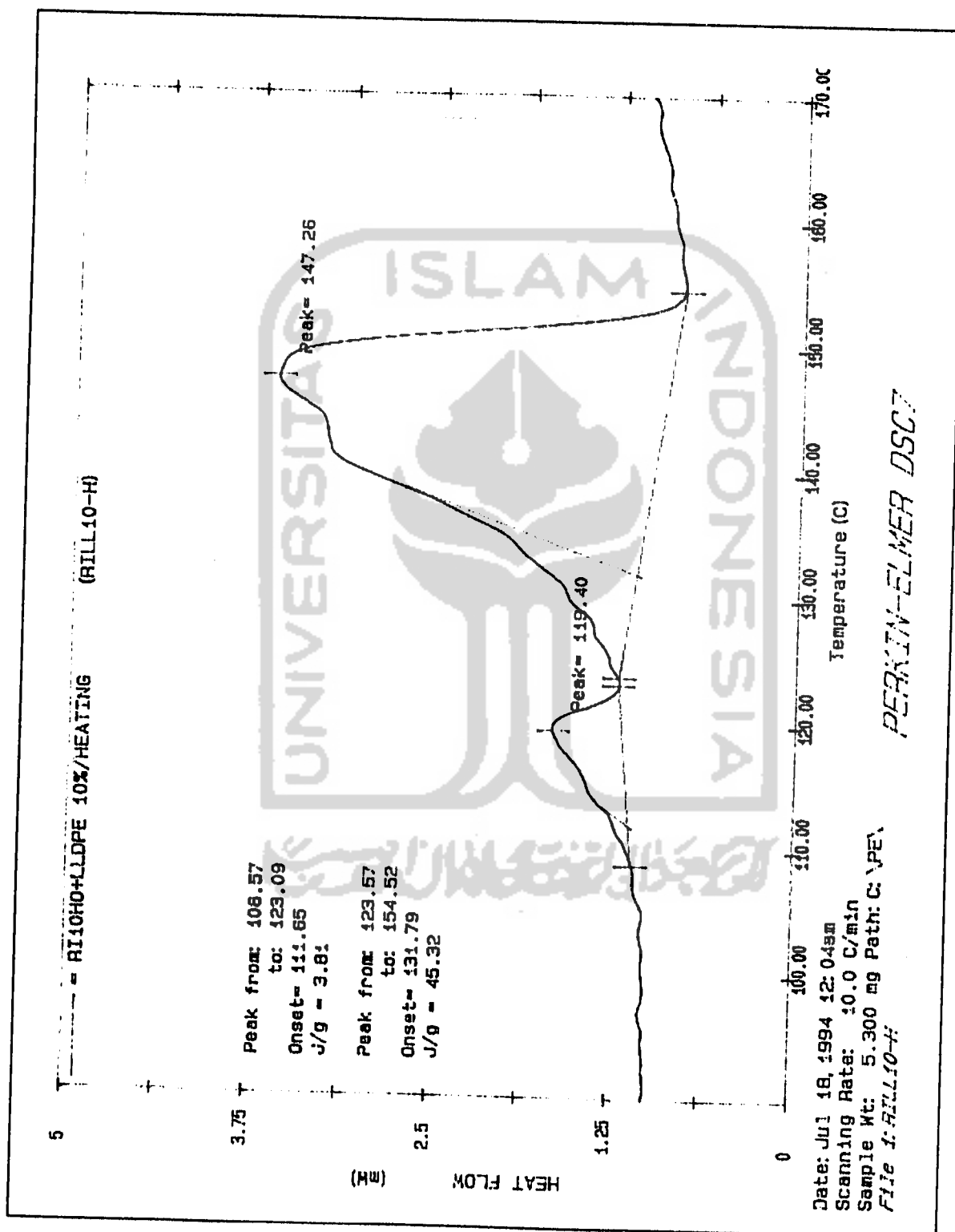


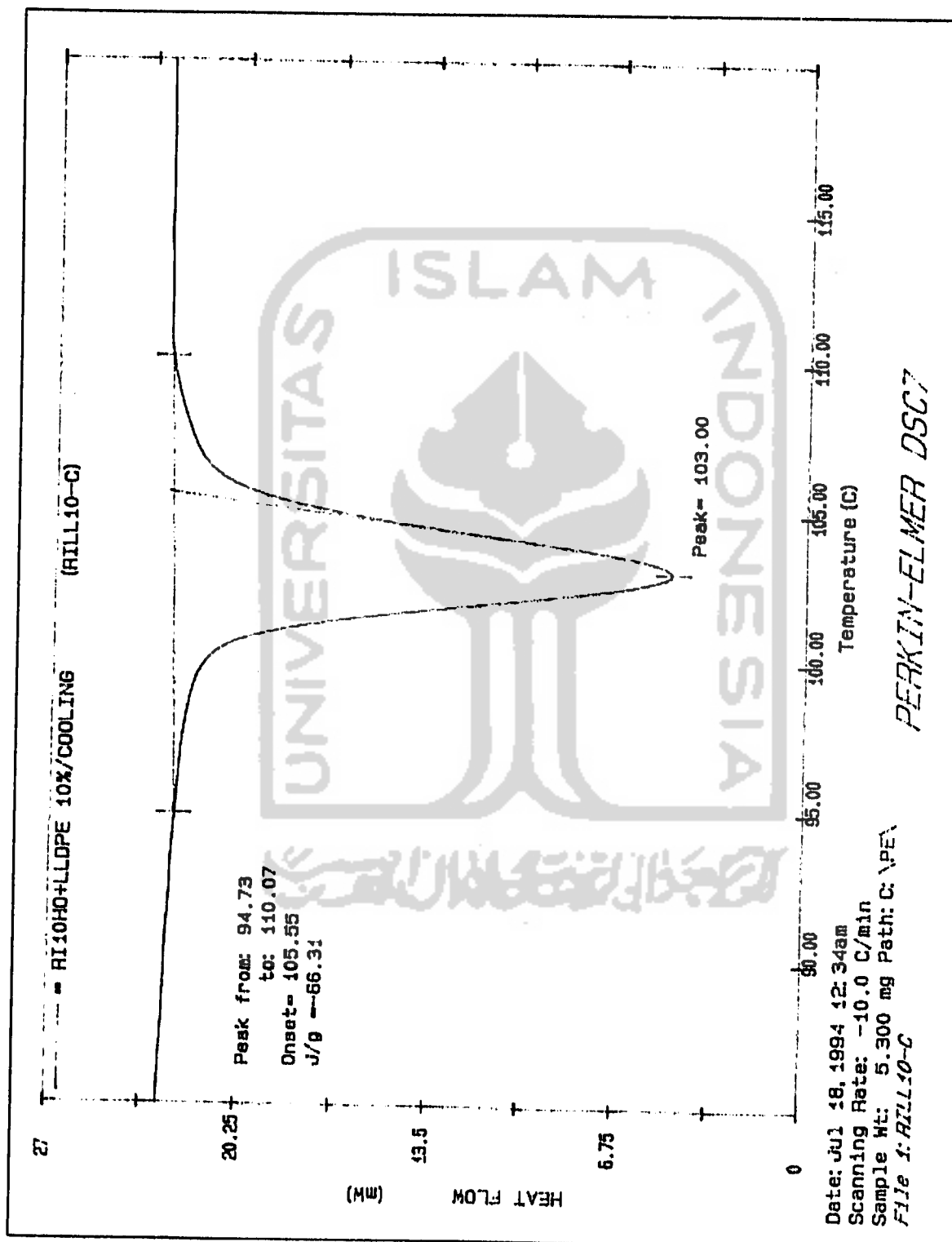
3. RI10HO 95 % dan LLDPE 5 %



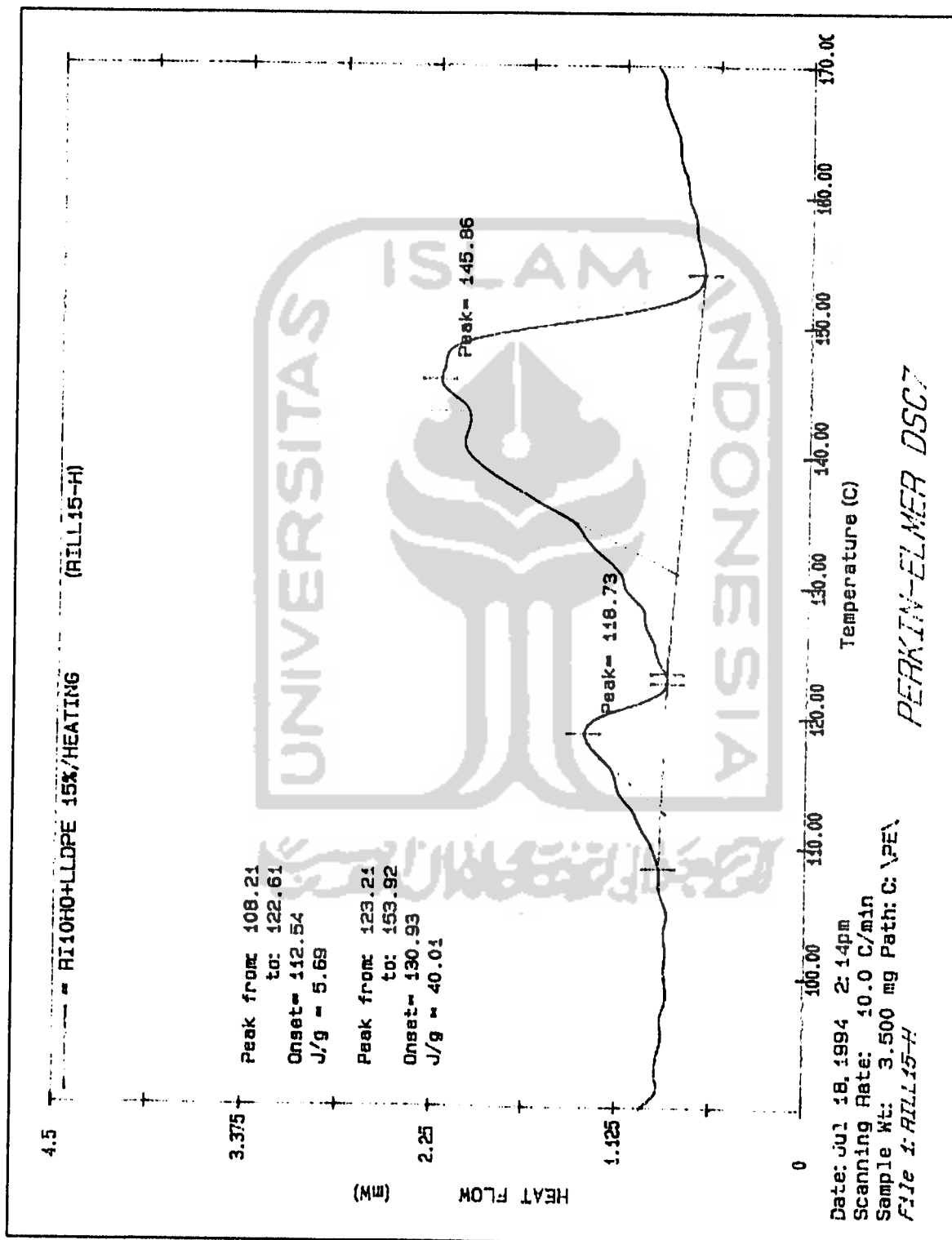


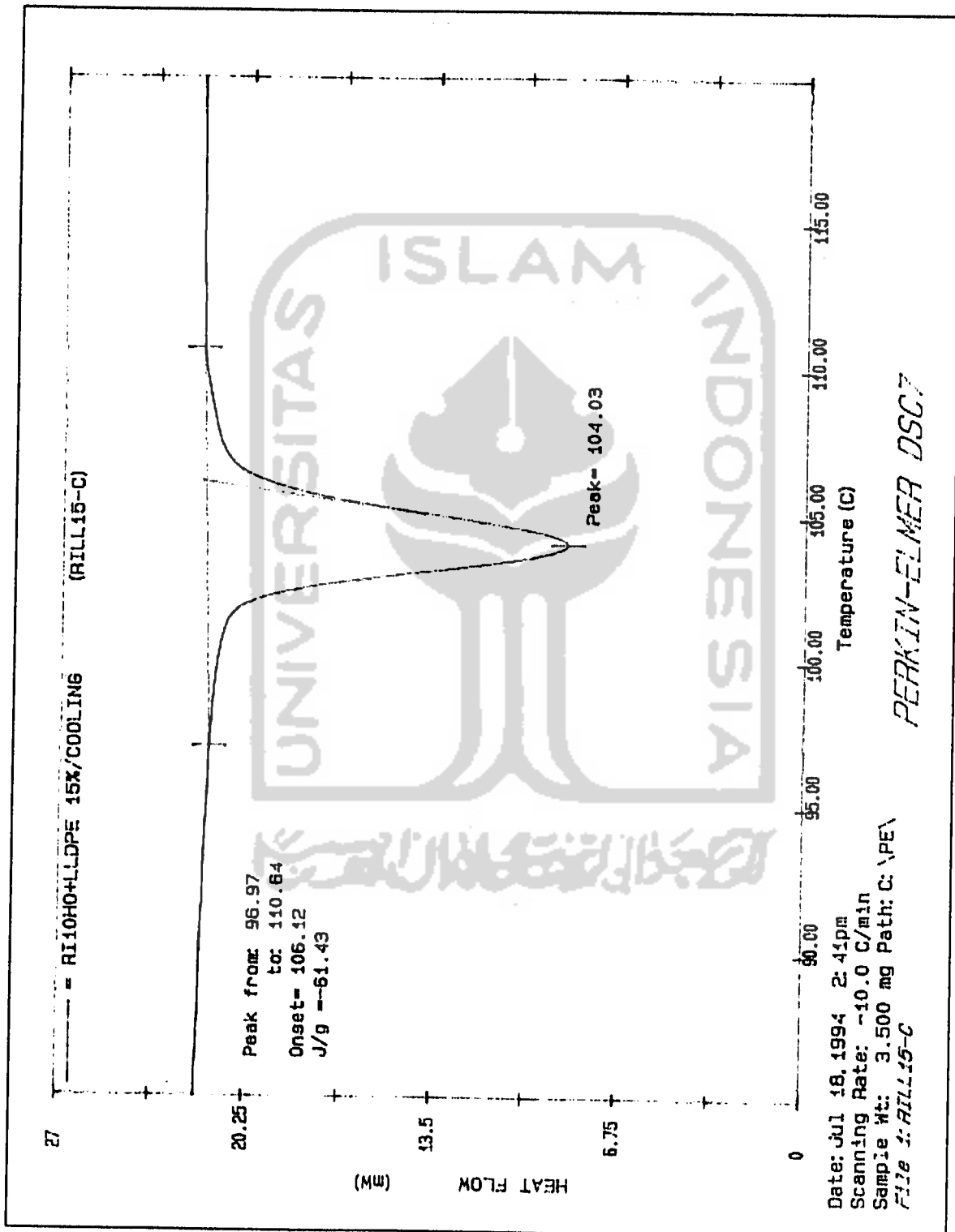
4. RI10HO 90 % dan LLDPE 10%



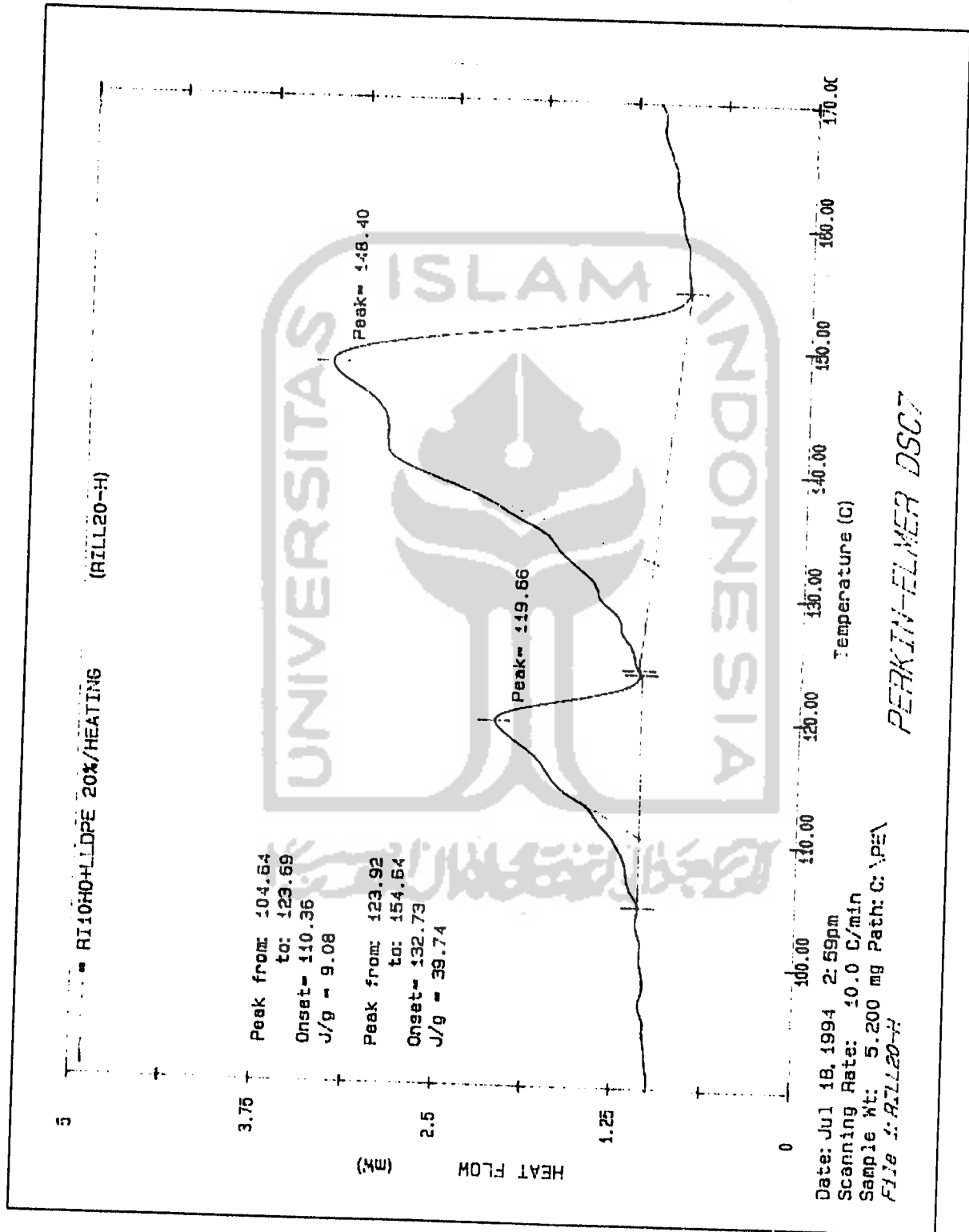


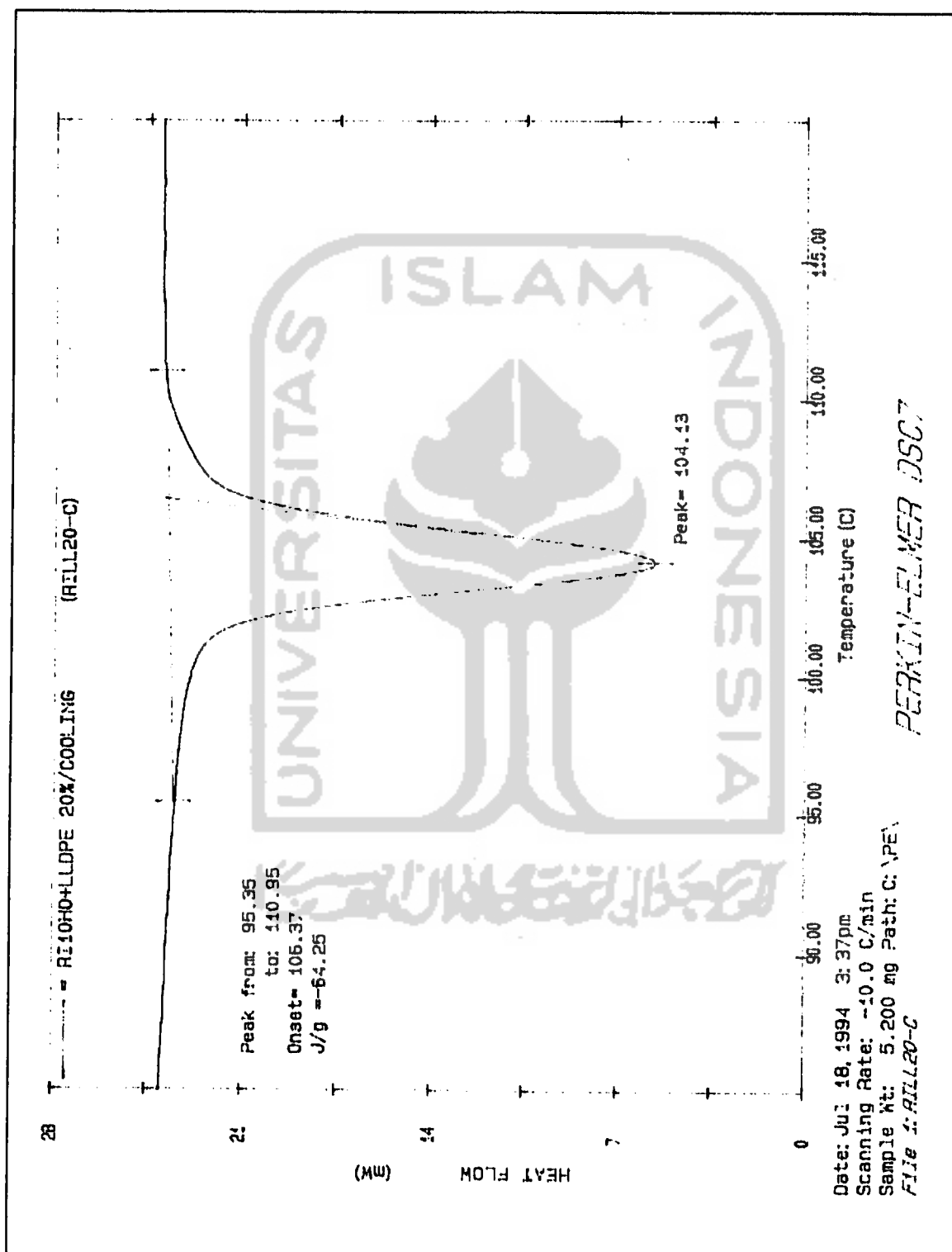
5. RI10HO 85% dan LLDPE 15%





6. RI10HO 80% dan LLDPE 20%







PT. Tri Polyta Indonesia
Technical Quality Dept.

To: ARMAN EKO Y.

JURS. KIMIA, FMIPA- UII

Fax. (0274) 8964390 EXT. 3020

From: IHSAN

ANALYSIS REPORT

TPI M - ARF - 0033 - 1

REPORT NO.	: TS - 4029	SEND BY	:
REF. NO.	:	SAMPLE CODE	: TS - 4029
REPORTED BY	: SALIM	PRODUCT NAME	: RI10HC, RI10HO, RI20HO
DATE	: 09 - 06 - 2004	SAMPLE SOURCE	: TPI WAREHOUSE

*				
PARAMETER	UNIT	RI10HC # 40426C10	RI10HO #40501C1M	RI20HO # 40309A1F
MF	gr/10 min	9.2	8.9	20.5
XS	%w	6.8	6.3	7.1
TI	ppm			
AI	ppm			
CI	ppm			
YI		-2.2	-12.0	+2.2
THICKNESS	micron	70	70	70
HAZE	%	0.5	0.7	0.8
GLOSS 45°	%	15.4	6.1	6.0
TENSILE AT YIELD	Kg/cm ²	292	275	256
ELONGATION	%	13.6	13.1	12.5
FLEXURAL MODULUS	Kpsi	156	151	143
GARDNER IMPACT	Kg.cm	3.5	2.2	2.3
IZOD IMPACT	J/m	64	63	52
HARDNESS	R-scale	68	66	63
PEPQ	ppm	640		
P168	ppm		1,100	1,020
Cast	ppm	410	688	695
ZnO	ppm			
SiO2	ppm			
MILLAD	ppm	1,850	-	-
MELTING POINT	°C	142.33	147.53	146.33
CRYSTALIZATION	°C	115.60	99.13	98.19
Et	%	4.6	4.0	4.2
Ec	%			
Fc	%			

NOTE :