

34052/H/09



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



RSK

678.2

Yul

P-1

2008

TUGAS AKHIR RK - 1583

PENGARUH PERLAKUAN AWAL FASA KARET ALAM (NR) TERHADAP PROPERTI CAMPURAN KARET ALAM DAN POLIPROPILEN

CHRISAVITRI YULIHASTIWI
NRP 2304 100 030

MARIA THEODORA D.A.W.
NRP 2304 100 101

Dosen Pembimbing
Firman Kurniawansyah ST. M.Eng.Sc.
Dr. Ir. Sumarno, M.Eng

Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2008

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	14-8-2008
Terima Dari	H
No. Agenda Pp.	231439



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT RK - 1583

THE EFFECTS OF PRETREATMENT NATURAL RUBBER PHASE ON THE PROPERTIES OF NATURAL RUBBER AND POLYPROPYLENE BLENDS

CHRISAVITRI YULIHASTIWI
NRP 2304 100 030

MARIA THEODORA D.A.W.
NRP 2304 100 101

Advisor

Firman Kurniawansyah ST. M.Eng, Sc.
Dr. Ir. Sumarno, M.Eng

Chemical Engineering Department
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2008

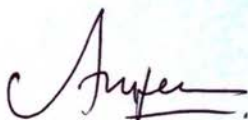
LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul :

PENGARUH PERLAKUAN AWAL FASA KARET ALAM (NR) TERHADAP PROPERTI CAMPURAN KARET ALAM DAN POLIPROPILEN

Telah diperiksa dan disetujui untuk diseminarkan.

Dosen Pembimbing

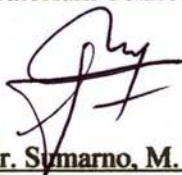


Firman Kurniawansyah ST. M.Eng.Sc.
NIP. 132 304 942



Dr. Ir. Sumarno, M. Eng
NIP. 131 933 293

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Teknologi Material



Dr. Ir. Sumarno, M. Eng
NIP. 131 933 293

Penyusun,



Chrisavitri Yulihastiwi
NRP. 2304 100 030



Maria Theodora DAW
NRP. 2304 100 101

**PENGARUH PERLAKUAN AWAL FASA KARET ALAM
(NR) TERHADAP PROPERTI CAMPURAN KARET ALAM
DAN POLIPROPILEN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**Chrisavitri Yulihastiwi
NRP. 2304 100 030**

**Maria Theodora DAW
NRP. 2304 100 101**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. **Firman Kurniawansyah ST. M.Eng.Sc** (Pembimbing)
2. **Dr.Ir. Sumarno M.Eng** (Pembimbing)
3. **Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah Dipl. EST** (Penguji I)
4. **Dr.Ir. Tri Widjaja M.Eng** (Penguji II)



**PENGARUH PERLAKUAN AWAL
FASA KARET ALAM (NR) TERHADAP PROPERTI
CAMPURAN KARET ALAM DAN POLIPROPILEN**

Nama : 1. Chrisavitri Yulihastiwi/2304 100 030
2. Maria Theodora DAW / 2304 100 101
Jurusan : Teknik Kimia FTI – ITS
Dosen Pembimbing : Firman Kurniawansyah ST. M.Eng,Sc.
Dr. Ir. Sumarno M.Eng

Abstrak

Termoplastik Elastomer (TPE) dari campuran karet alam (Natural Rubber atau NR) dan Polipropilen (PP) atau blend NR/PP telah dibuat dan dipelajari propertinya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh perlakuan awal fasa NR Indonesia (SIR-20) terhadap kompatibilitas campuran yang ditunjukkan dari morfologi, sifat thermal, dan sifat mekaniknya, membandingkan pengaruh variasi penambahan Potassium Permanganat (KMnO_4) pada perlakuan awal fasa NR dengan berbagai konsentrasi serta menentukan material TPE terbaik berdasarkan analisa morfologi, termal, dan mekanik. Perlakuan awal fasa NR ini dilakukan dengan merendam NR dalam larutan acetone 10% berat selama 2x24 jam, kemudian mengoksidasi fasa NR dengan menggunakan KMnO_4 pada variabel 2%, 4%, dan 6% berat selama 24 jam. Metode ini dapat menghasilkan molekul NR yang mengandung gugus -OH sebagaimana teramati dari pengujian FTIR. Selanjutnya NR yang sudah teroksidasi tersebut dicampur dengan bahan kuratif sulfur sehingga menghasilkan kompon NR dengan menggunakan Two Roll Mixing Mill. Kompon NR ini kemudian dicampur dengan PP dengan komposisi blend NR/PP yaitu 80/20, 70/30, 60/40, dan 50/50, serta PP-g-MA di dalam internal mixer pada suhu 180 °C dan kecepatan rotor 60 rpm. Morfologi campuran dipelajari dengan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM). Sifat

thermal dipelajari dengan Differential Scanning Calorimetry (DSC). Sifat mekanik diukur menggunakan standar ASTM, antara lain kuat tarik (tensile strength) dan elongation at break berdasarkan ASTM D-638 type IV, kuat bentur (impact strength) berdasarkan ASTM D-256, tingkat kekerasan (hardness) shore A berdasarkan ASTM D-2240, serta kuat sobek (tearing strength) berdasarkan ASTM D-1922. Didapatkan bahwa dengan perlakuan awal fasa NR ternyata tidak kompatibel untuk blend NR/PP sehingga didapatkan properti mekanik blend NR/PP yang rendah. Hal ini ditunjukkan oleh adanya 2 T_g pada analisa DSC yang menandakan campuran tersebut tidak homogen. Pada analisa morfologi dengan SEM tidak didapatkan adanya perbedaan yang signifikan dengan semakin besarnya penambahan $KMnO_4$. Dari analisa mekanik didapatkan elongation at break terbaik pada komposisi blend NR/PP 80/20 dengan perlakuan awal fasa NR 2% berat $KMnO_4$, yaitu sebesar 359%. Akan tetapi dari segi kemudahan proses pembuatan blend NR/PP dengan komposisi 70/30 pada perlakuan awal fasa NR 2% berat $KMnO_4$ masih lebih baik daripada campuran pada komposisi 80/20 dengan tensile strength, elongation at break, hardness, dan tearing strength masing-masing sebesar 1,4164 MPa; 97,225%; 52,6667 shore A; dan 48,240 g/mil.

Kata kunci: Karet Alam (NR), Polipropilen, perlakuan awal, kompatibilisasi, campuran (blend)

THE EFFECTS OF PRETREATMENT NATURAL RUBBER PHASE ON THE PROPERTIES OF NATURAL RUBBER AND POLYPROPYLENE BLEND

Name : 1. Chrisavitri Yulihastiwi / 2304 100 030
2. Maria Theodora DAW / 2304 100 101
Department : Teknik Kimia FTI – ITS
Advisor : Firman Kurniawansyah ST. M.Eng.Sc.
Dr. Ir. Sumarno M.Eng

Abstract

Thermoplastic Elastomer (TPE) properties made from Indonesian Natural Rubber (NR) (SIR -20) and Polypropylene (PP) or NR/PP blends have been studied. The purposes of this research were to study the effects of pretreatment natural rubber phase on the blend compatibility shown by its morphology, thermal, and mechanical analysis, to compare the effects of Pottasium Permanganate (KMnO_4) addition for many concentrations on pretreatment of NR phase, and to determine the best NR/PP blend based on the morphology, thermal, and mechanical analysis. The pretreatment of NR phase was conducted by dispersing rubber particles in an aqueous acetone solution 10% wt for 2x24 hours and were oxidized by KMnO_4 solution 2, 4, and 6% wt for 24 hours. Hydroxyl groups could be produced on the rubber's surface, as had been confirmed by FTIR analysis. The modified rubber was mixed with sulfur as curative agent in Two Roll Mixing Mill to produce rubber compound and then mixed with PP in the composition of NR/PP 80/20, 70/30, 60/40, and 50/50, and also mixed with PP-g-MA in internal mixer under 180 °C and rotor speed of 60 rpm. The morphology of the blends were studied by Scanning Electron Microscopy (SEM) and the thermal characteristic were studied by Differential Scanning Calorimetry (DSC). The mechanical properties of blends were investigated using ASTM methods, such as tensile strength and elongation at

break based on ASTM D-638 type IV, impact strength based on ASTM D-256, hardness shore A based on ASTM D-2240, and tearing strength based on ASTM D-1922. The result of this work is the pretreatment of natural rubber phase did not compatible for NR/PP blend so the mechanical properties of NR/PP blend were low. It was shown by two glass temperature peaks which suggested the formation of non-homogeneous blend occurrence in DSC analysis. The morphology of the blends analyzed by SEM did not show significant improvement along with increasing KMnO_4 . The highest elongation at break was 359% in NR/PP blend composition 80/20 and treated by 2% wt KMnO_4 . The processability, however, it was observed that the mechanical properties which is from NR/PP blend composition 70/30 and treated by 2% wt KMnO_4 were acceptable, with tensile strength, elongation at break, hardness, and tearing strength that have been recorded in this research are respectively 1,4164 MPa; 97,225%; 52,6667 shore A; and 48,240 g/mil.

Key words: Natural Rubber (NR), Polypropylene (PP), pretreatment, compatibility, blend

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul :

PENGARUH PERLAKUAN AWAL FASA KARET ALAM (NR) TERHADAP PROPERTI CAMPURAN KARET ALAM DAN POLIPROPILEN

Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar kesarjanaan Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS. Untuk itu kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Firman Kuniawansyah, ST. M.Eng. Sc, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Dr.Ir. Sumarno, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Bapak. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia.
4. Bapak Dr.Ir. Sumarno, M.Eng, selaku Kepala Laboratorium Teknologi Material.
5. Bapak. Dr. Ir. Kusno Budhikarjono, MT, selaku Koordinator Tugas Akhir.
6. Ibu Ir. R.A. Ismojowati Tjondronegoro, MS selaku dosen Teknik Kimia ITS yang telah membantu penelitian ini.
7. Ibu Rukmi Hadihartini selaku Direktur Pengolahan PT. Pertamina (Persero).
8. Ibu Dra. Agustina Eliyanti, MSi selaku Manager PT. Pertamina P&L Pulo Gadung.
9. Ibu Ir. Sri Mujiati, MSi selaku Kepala Laboratorium Petrokimia Pertamina P&L Pulo Gadung dan Pembimbing Penelitian dari Pertamina.

10. Bapak Tedjo Buwono dari PT. Karet Karang Pilang Surabaya.
11. Ibu Ir. Chandra Lisa, MSc dari STP-BPPT Puspiptek, Tangerang-Banten.
12. Bapak Tantular Nurtono, ST, M.Eng dan Bapak Ir. Minta Yuwana, MS selaku dosen wali.
13. Seluruh dosen, staff dan karyawan Jurusan Teknik Kimia FTI - ITS.
14. Orang tua, saudara, dan keluarga kami yang selalu memberikan doa, motivasi dan bantuan.
15. Rekan-rekan "*Polimer Crew*" yang senantiasa membantu dan memberikan saran-saran selama penyelesaian skripsi ini.
16. Teman – teman Angkatan K-44 atas motivasi dan kerja samanya.
17. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam memberikan kesempatan, fasilitas, petunjuk, dan bimbingan selama penyusunan skripsi ini.

Kami menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun sangat kami harapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Juli 2008

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan.....	i
Abstrak.....	iv
Abstract.....	vi
Kata Pengantar.....	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xv
Daftar Notasi.....	xvi
Bab I. Pendahuluan	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan Masalah.....	4
I.3 Tujuan Penelitian.....	5
I.4 Manfaat Penelitian.....	5
Bab II. Tinjauan Pustaka	
II.1 Material Polimer.....	7
II.1.1. Polipropilen.....	8
II.1.2. Karet Alam (<i>NR</i>).....	10
II.1.3. Sifat Termal.....	10
II.2 Campuran Polimer (<i>Polymer Blend</i>).....	11
II.3 Perlakuan Awal Fasa Karet.....	13

II.4 Kompatibilisasi Polimer.....	17
Bab III. Metodologi Penelitian	
III.1 Bahan Penelitian.....	17
III.2 Variabel Penelitian.....	18
III.2.1. Variabel Berubah.....	18
III.2.2. Variabel Tetap.....	18
III.2.3. Variabel Respon.....	18
III.3 Peralatan Penelitian.....	18
III.3.1. Peralatan Utama.....	18
III.3.2. Peralatan Uji Mekanik.....	19
III.4 Prosedur Penelitian.....	20
III.4.1. Perlakuan Awal Fasa NR.....	20
III.4.2. Analisa FTIR (<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>).....	20
III.4.3. Pembuatan Kompon NR yang Telah Termodifikasi.....	24
III.4.4. Proses Pencampuran.....	24
III.4.5. Tahap Analisa.....	24
Bab IV. Hasil dan Pembahasan	
IV.1 Perlakuan awal fasa karet alam (NR).....	27
IV.2 Analisa FTIR.....	28
IV.3 Analisa Morfologi.....	29
IV.4 Analisa Termal dengan Mengukur Suhu Transisi	

Gelas (T_g) dan Suhu Leleh (T_m).....	34
---	----

IV.5 Uji Properti Mekanik.....	36
--------------------------------	----

a. Uji Kuat Tarik (<i>Tensile Strength</i>) dan <i>Elongation at Break</i>	36
b. Uji Kuat Bentur (<i>Impact Strength</i>).....	41
c. Uji Tingkat Kekerasan (<i>Hardness</i>).....	43
d. Uji Kuat Sobek (<i>Tearing Strength</i>).....	45

Bab IV. Kesimpulan

V.1 Kesimpulan.....	47
---------------------	----

V.2 Saran.....	48
----------------	----

Daftar Pustaka.....	49
---------------------	----

Appendiks A.....	53
------------------	----

Appendiks B.....	58
------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Molekul Polipropilen.....
Gambar 2.2	Struktur Molekul karet alam.....
Gambar 2.3	Oksidasi fasa karet.....
Gambar 2.4	Struktur Molekul PP-g-MA.....
Gambar 2.5	Pembentukan ikatan antara karet yang telah teroksidasi dengan PP-g-MA.....
Gambar 3.1	<i>Two Roll Mixing Mill</i>
Gambar 3.2	<i>Internal Mixer</i>
Gambar 3.3	Peralatan <i>Hydraulic Pressure</i>
Gambar 3.4	Peralatan <i>Specimen Punching Machine 291-1/1</i>
Gambar 3.5	Peralatan Uji Kuat Tarik dan <i>Elongation at Break</i>
Gambar 3.6	Peralatan Uji Kuat Bentur.....
Gambar 3.7	Peralatan Uji Tingkat Kekerasan.....
Gambar 3.8	Peralatan Uji Kuat Sobek.....
Gambar 4.1	Hasil Oksidasi.....
Gambar 4.2	Hasil analisa FTIR yang menunjukkan gugus hidroksil pada NR termodifikasi.....
Gambar 4.3	Micrograph SEM pada <i>blend NR/PP</i> dengan komposisi 70/30 dengan variasi penambahan KMnO_4
Gambar 4.4	Micrograph SEM pada <i>blend NR/PP</i> dengan perlakuan awal fasa NR 2% KMnO_4
Gambar 4.5	Micrograph SEM pada <i>blend NR/PP</i> dengan perlakuan awal fasa NR 2% KMnO_4
Gambar 4.6	Plot <i>Tensile Strength</i> terhadap komposisi NR dalam <i>blend NR/PP</i> pada berbagai variabel KMnO_4
Gambar 4.7	Plot <i>Tensile Strength</i> terhadap komposisi NR dalam <i>blend NR/PP</i> dengan penambahan PP-g-MA dan tanpa PP-g-MA.....
Gambar 4.8	Plot <i>Elongation at Break</i> terhadap komposisi NR dalam <i>blend NR/PP</i> pada berbagai variabel KMnO_4
Gambar 4.9	Plot <i>Elongation at Break</i> terhadap komposisi NR dalam <i>blend NR/PP</i> dengan penambahan PP-g-MA dan tanpa PP-g-MA.....
Gambar 4.10	Plot <i>Impact Strength</i> terhadap komposisi NR pada <i>blend NR/PP</i> dengan berbagai variabel KMnO_4
Gambar 4.11	Plot <i>Impact Strength</i> terhadap komposisi NR pada <i>blend NR/PP</i> dengan penambahan PP-g-MA dan tanpa

	PP-g-MA.....	42
Gambar 4.12	Plot <i>Hardness</i> terhadap komposisi <i>NR</i> dalam <i>blend NR/PP</i> dengan berbagai variabel KMnO_4	43
Gambar 4.13	Plot <i>Hardness</i> terhadap komposisi <i>NR</i> pada <i>blend NR/PP</i> dengan penambahan PP-g-MA dan tanpa PP-g-MA.....	44
Gambar 4.14	Plot <i>Tearing Strength</i> terhadap komposisi <i>NR</i> dalam <i>blend NR/PP</i> dengan berbagai variabel KMnO_4	45
Gambar 4.15	Plot <i>Tearing Strength</i> terhadap komposisi <i>NR</i> dalam <i>blend NR/PP</i> dengan penambahan PP-g-MA dan tanpa PP-g-MA.....	46
Gambar B.1	Thermogram <i>NR</i> dengan perlakuan awal fasa <i>NR</i> dengan 2% berat KMnO_4	58
Gambar B.2	Thermogram <i>blend NR/PP</i> 70/30 tanpa PP-g-MA dengan perlakuan awal fasa <i>NR</i> dengan 2% berat KMnO_4	58
Gambar B.3	Thermogram <i>blend NR/PP</i> 70/30 dengan PP-g-MA dengan berbagai variasi KMnO_4	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal Perlakuan Awal pada Fasa Karet Alam dengan Berbagai Persentase KMnO_4
Tabel 3.2	Jadwal Pembuatan Komponen NR pada Berbagai Persentase KMnO_4
Tabel 3.3	Jadwal Pencampuran Temoplastik Elastomer di dalam Internal Mixer.....
Tabel 3.4	Jadwal Pembuatan Slab.....
Tabel 4.1	Hasil DSC pada blend NR/PP dengan berbagai persentase KMnO_4
Tabel A.1	Data Kuat Tarik (<i>Tensile Strength</i>) dan <i>Elongation at Break</i>
Tabel A.2	Data Kuat Bentur (<i>Impact Strength</i>).....
Tabel A.3	Data Tingkat Kekerasan (<i>Hardness</i>).....
Tabel A.4	Data Kuat Sobek (<i>Tearing Strength</i>).....

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Satuan
NR	Karet Alam (<i>Natural Rubber</i>)	
PP-g-MA	<i>Maleated Polypropylene</i>	
PP	Polipropilen	
ASTM	American Standart Testing Method	
E	Energi Impact	kg cm
F	Gaya yang diberikan terhadap spesimen	kg
g	Beban yang dibutuhkan untuk tearing	g
L	Panjang spesimen pada saat putus	cm
phr	per hundred rubber	-
R	Jarak Axis ke Pusat Gravity	cm
T _g	Suhu Transisi Gelas	°C
T _m	Suhu Leleh	°C
W	Berat Pendulum	kg
α	Sudut Awal Pendulum	derajat
β	Sudut yang Dicapai	derajat



DAFTAR NOTASI

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020

2020



BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Penggunaan karet di dunia industri Indonesia saat ini terus meningkat, seperti banyak digunakan pada industri otomotif. Karet yang umum digunakan adalah karet sintetis yang dibuat dari turunan minyak bumi, dan banyak diproduksi pada tahun 1950-an yang produksinya telah melampaui karet alam. Namun seiring dengan kenaikan harga minyak bumi, perhatian terhadap karet alam semakin meningkat (*Budiman, 1996*).

Karet alam (*NR*) tersusun dalam bentuk *cis-1,4* poliisoprena dan merupakan polimer rantai panjang dan linear dengan unit perulangan isoprenic (C_5H_8) dan mempunyai berat molekul kurang lebih 20 juta. *NR* merupakan polimer elastomer dengan struktur jaringan / *crosslink* dengan derajat yang lebih rendah daripada termoset serta dapat mengalami pertambahan panjang sampai dua kali atau lebih dari panjang awalnya jika gaya yang diberikan padanya dihilangkan. Oleh karena itu agar *NR* dapat digunakan kembali, maka salah satu metode untuk meningkatkan kualitasnya adalah mencampur (*blending*) dengan plastik yang disebut dengan Termoplastik Elastomer (*TPE*). Material ini mempunyai sifat dan fungsi mirip dengan karet vulkanisasi pada suhu ambien, namun dapat dilelehkan seperti termoplastik pada suhu tinggi (*Kuriakose dkk, 1984*).

Telah banyak campuran (*blend*) *TPE* yang komersial, diantaranya adalah campuran elastomer *ethylene-propylene-diene* monomer dengan termoplastik polipropilen (*blend EPDM/PP*) (*Sabet dkk, 2000*). Diketahui bahwa karet *EPDM* lebih mahal dibandingkan dengan *NR*, tetapi *NR* lebih mudah didapatkan di Indonesia karena Indonesia merupakan penghasil *NR* terbesar kedua di dunia setelah Thailand. Tahun 2010 Indonesia diperkirakan akan menjadi penghasil *NR* terbesar di dunia (*Budiman, 1996*). Sedangkan beberapa jenis plastik yang banyak digunakan untuk membuat *TPE* antara lain: Polietilen (*PE*),

Polivinil klorida (PVC); dan Polipropilen (PP) (Nakason dkk, 2006). Polipropilen banyak digunakan dalam industri pengemasan makanan, *moulding*, fiber sintetis, dan lain-lain. Kelebihan dari polipropilen (PP) adalah memiliki kekuatan dan kekakuan tinggi sehingga akan lebih memberi manfaat apabila PP diolah menjadi produk lain tanpa menurunkan kualitas dari polipropilen sendiri seperti *melt flow rate*, kuat tarik (*tensile strength*), *elongation*, dan kuat bentur (*impact strength*). Untuk membuat TPE, kedua polimer (plastik dan elastomer) dipanaskan diatas suhu transisi-gelas (T_g) dari masing-masing polimer kemudian dilakukan pencampuran dengan metode pencampuran lelehan (*melt-mixing*) (Sabet dkk, 2000).

Pada campuran termoplastik elastomer, kedua bahan tersebut akan saling berikat silang (*crosslinking*) yang akan menghasilkan produk yang memiliki paduan sifat keduanya yaitu elastis dan bisa lunak dengan panas. Permasalahan utama campuran NR dan PP (*blend NR/PP*) adalah sampai saat ini belum dihasilkan campuran TPE yang kompatibel yang disebabkan oleh fasa NR yang tidak mudah terdistribusi ke dalam matriks PP sehingga belum didapatkan properti mekanik yang mendekati properti TPE komersial. Salah satu faktor penyebabnya ialah kompatibilitas antara *blend NR/PP* kurang kuat (Bahrudin, 2007). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kompatibilitas antara *blend NR/PP* diantaranya proses vulkanisasi dinamik pada *blend NR/PP* yang pernah dilakukan Tinker, dkk dengan menggunakan *curative agent* seperti peroksida, uretan, phenolic resin, ataupun sulfur. Namun beberapa *curative agent* tersebut justru berbahaya untuk material TPE sendiri. Penggunaan peroksida menyebabkan elastomer tidak elastis (rapuh), karena degradasi berat molekul PP dan oksidasi NR; *curative agent* urethane menghasilkan fase yang kurang stabil (*immiscible*) dan phenolic resin menyebabkan *crosslinking* NR yang kurang stabil ketika pemanasan, sedangkan sulfur dapat menghasilkan fase morfologi yang stabil dengan bertambahnya elastisitas dan kekuatan dari NR sehingga *blend NR/PP* menghasilkan sifat

mekanik yang lebih baik (Tinker dkk, 1989). Kemudian Coran dkk juga melakukan *blending NR/PP* dengan menggunakan sulfur. Suhu pencampuran 185°C yang merupakan titik leleh *PP*, namun tidak melebihi 200°C karena *NR* akan terdegradasi. Hasil yang diperoleh adalah jika menggunakan sulfur maka diperoleh fase morfologi yang stabil dengan bertambahnya elastisitas dan kekuatan dari *NR* sehingga *blend NR/PP* menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik. (Coran dkk, 2001).

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Verdanila dkk, *blending NR/PP* dilakukan pada berbagai komposisi campuran dengan menggunakan sulfur sebagai *curative agent* pada kompon. Peralatan yang digunakan adalah *single screw extruder*, suhu pencampuran 180 °C yang merupakan titik leleh *PP*, namun tidak melebihi 200 °C karena *NR* akan terdegradasi. Hasil yang diperoleh adalah dengan bertambahnya komposisi *NR* maka kuat tarik (*tensile strength*) semakin turun, dan *elongation at break* semakin besar. Tetapi karena pada kompon *NR* tidak ditambahkan *plasticizer* dan anti oksidan, maka hasil campuran yang didapatkan cenderung rapuh dan berpori. Selain itu dari pengamatan analisa *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) diketahui bahwa specimen hasil campuran *NR/PP* yang diujikan ternyata tidak tercampur dengan baik, hal ini diketahui dari masih munculnya dua suhu transisi-gelas (Verdanila dkk, 2006).

Dengan penelitian yang sama dengan Verdanila, Wulandari dkk melakukan *blending NR/PP* pada berbagai komposisi campuran dengan menggunakan alat internal mixer pada suhu pencampuran 180 °C. Hasil yang diperoleh adalah dengan bertambahnya komposisi *NR* dalam campuran akan memberikan penurunan nilai kuat tarik (*tensile strength*) dan tingkat kekerasan (*hardness*) tetapi menaikkan *elongation*, nilai kuat bentur (*impact strength*) dan kuat sobek (*tearing strength*). Dari hasil pengukuran suhu transisi-gelas (T_g) dengan DSC muncul T_g *NR* yang menandakan bahwa di dalam campuran masih terdapat *NR* yang belum tervulkanisasi dengan sempurna. Dan dari pengamatan struktur mikro dengan *Scanning Electron*

Microscopy (SEM) masih terdapat aglomerasi yang disebabkan karena campuran TPE tidak dapat memecah partikel yang teraglomerasi dan memisahkannya dengan sempurna, sehingga distribusinya tidak merata (*Wulandari dkk, 2007*).

Untuk memperbaiki kompatibilitas antara *blend NR/PP* penelitian dilanjutkan oleh Octavia dkk dengan menambahkan kompatibiliser *Maleated Polipropilen* (PP-g-MA) disamping vulkanisasi dinamik pada *blend NR/PP*. Hasil yang didapatkan yaitu dengan penambahan kompatibiliser PP-g-MA dapat meningkatkan nilai *tensile strength* dan *elongation at break* serta menurunkan nilai *hardness*. Dan dari pengamatan struktur mikro dengan SEM didapatkan partikel NR telah terdistribusi merata dalam matriks PP, sedangkan dari hasil analisa termal pada *blend NR/PP* dengan DSC muncul T_g NR yang menandakan bahwa di dalam campuran masih terdapat NR yang belum ter Vulkanisasi dengan sempurna (*Octavia dkk, 2007*).

Kompatibilitas *blend NR/PP* ini juga dapat ditingkatkan dengan memodifikasi fasa karet seperti EPDM dan *Stirene-Butadiena-Rubber* (SBR) dengan melakukan perlakuan awal fasa NR dengan disertai penambahan kompatibiliser pada *blend NR/PP*. Dengan metode ini akan dihasilkan gugus hidroksil yang akan bereaksi dengan PP-g-MA dan kompatibiliser ini akan membuat NR dan PP semakin kompatibel (*Liu dkk, 2000*). Oleh karena itu, perlu dipelajari lebih lanjut studi mengenai pengaruh perlakuan awal fasa NR menggunakan potasium permanganat (KMnO_4) disertai dengan penambahan kompatibiliser PP-g-MA pada *blend NR/PP*.

1.2 Perumusan Masalah

Blend NR/PP sampai saat ini masih belum menghasilkan *blend NR/PP* yang kompatibel. Berdasarkan hasil penelitian dengan penambahan kompatibiliser PP-g-MA pada *blend NR/PP* didapatkan *tensile strength*, *elongation at break*, dan *hardness* masing-masing sebesar 7,8 MPa, 518%, dan 60 shore A. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan

kompatibiliser saja belum mencukupi untuk mendapatkan properti sebagaimana properti TPE yang sudah komersial, diantaranya yaitu *blend EPDM/PP* dengan *tensile strength*, *elongation at break*, dan *hardness* sebesar 24,3 MPa, 530%, dan 73 shore A (Sabet dkk, 2000).. Hal ini disebabkan karena kompatibilitas partikel NR dengan PP kurang sehingga dibutuhkan suatu metode untuk memproduksi ikatan hidroksil pada partikel NR yang dapat bereaksi dengan PP-g-MA, sehingga ikatan antara NR dan PP menjadi kuat dan kompatibilitas *blend NR/PP* mejadi kuat. Metode tersebut dapat dilakukan dengan cara memberikan perlakuan awal pada fasa NR menggunakan oksidator KMnO_4 sebelum proses vulkanisasi dinamik dan penambahan kompatibiliser PP-g-MA, yang diharapkan dapat menghasilkan morfologi dan properti *blend NR/PP* yang lebih baik.

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mempelajari pengaruh perlakuan awal fasa NR terhadap properti *blend NR/PP* menggunakan oksidator KMnO_4 , sebelum proses vulkanisasi dinamik dan kompatibilisasi, melalui analisa morfologi, termal, dan mekanik.
2. Membandingkan pengaruh variasi perlakuan awal fasa NR dengan menggunakan KMnO_4 pada berbagai konsentrasi.
3. Menentukan material TPE terbaik berdasarkan analisa morfologi, termal, dan mekanik.

I.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar ilmiah untuk mengembangkan dan mendesain produk material Termoplastik Elastomer yang berbasis karet alam dengan kompatibilitas campuran yang lebih baik.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Material Polimer

Polimer merupakan suatu material yang penggunaannya semakin meningkat dari tahun ke tahun, mulai dari kemasan makanan, mainan anak-anak, perabot rumah tangga mulai terasa sejak periode pertumbuhan ekonomi setelah tahun 1950 dan terus meningkat dengan perkembangan yang sangat cepat sampai sekarang dengan kapasitas produksi melebihi 100 juta ton per tahun. Polimer merupakan molekul raksasa yang tersusun atas unit berulang (*repeating unit*) dari satu atom atau lebih yang berikatan satu dengan lain dimana sifat dari polimer tersebut tidak berubah dengan penambahan atau pengurangan dari unit perulangannya (Suratno, 2000).

Berdasarkan struktur polimer dibedakan menjadi 3 macam yaitu :

- Lurus/ linier
- Bercabang / branch
- Jaringan / crosslink

Polimer dengan struktur linear dan bercabang dapat dilunakkan dan bisa juga mengalami perubahan bentuk apabila diberikan panas atau tekanan pada polimer tersebut. Sedangkan untuk polimer yang strukturnya telah membentuk jaringan akan lebih stabil terhadap pengaruh panas dan tidak dapat meleleh.

Berdasarkan derajat kristalinitasnya, polimer dapat dibedakan menjadi:

- Polimer *amorphous* : polimer yang tidak mengandung struktur kristal sama sekali.
- Polimer semi kristalin : Polimer yang komposisi strukturnya hanya 60% sampai 80% berbentuk kristal
- Polimer kristalin : polimer yang komposisi strukturnya berbentuk kristal 100%.

Berdasarkan struktur internalnya, polimer dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu:

- **Termoplastik**
Material termoplastik merupakan polimer yang memiliki struktur linear atau bercabang yang dapat melunak berkali-kali apabila diberikan panas dan dapat menjadi kaku / keras lagi setelah didinginkan. Hal inilah yang memungkinkan termoplastik untuk didaur ulang (*Flory, 1953*).
- **Termoset**
Material termoset merupakan polimer dengan struktur *crosslink* / jaringan yang hanya akan sekali melunak apabila dipanaskan dan sesudah itu tidak akan dapat dilunakkan kembali walaupun diberikan panas (*Flory, 1953*).
- **Elastomer**
Material elastomer merupakan polimer dengan struktur jaringan / *crosslink* dengan derajat yang lebih rendah daripada termoset. Tetapi elastomer ini dapat mengalami pertambahan panjang sampai dua kali atau lebih dari panjang awalnya jika gaya yang diberikan padanya dihilangkan (*Flory, 1953*).

II.1.1. Polipropilen

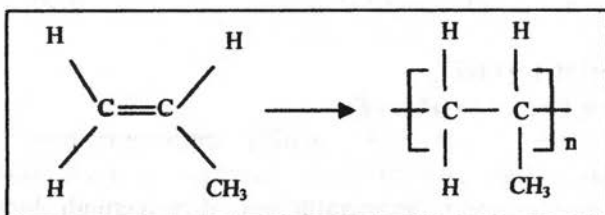
PP merupakan polimer yang mempunyai sifat kaku, tidak berwarna, dan mengkilat. Polipropilen mempunyai kekuatan tarik yang tinggi antara $5 - 10 \text{ N/cm}^2$ dan densitas yang rendah antara $0,9 - 0,92 \text{ g/cm}^3$ dan termasuk kelompok polimer yang paling ringan, mempunyai permukaan inert sehingga tidak dapat dimodifikasi tanpa perlakuan panas. Bahan yang terbuat dari PP dapat dihasilkan dengan derajat kemurnian yang tinggi, sehingga bisa digunakan untuk industri semi konduktor. Selain itu PP dapat dicetak atau dibuat menggunakan mesin atau pengelasan. Aplikasi lainnya untuk pipa, bahan filter dan produk plastik yang dikehendaki mempunyai kualitas lebih tinggi.

Berikut sifat fisik dan kimia PP :

- Berbentuk solid
- Berwarna putih jernih
- *Specific gravity* = 0.90
- Titik leleh = 160 – 170 °C
- Kekuatan tarik = 5000 psi
- Kekuatan tekan = 7000 psi
- Dapat digunakan sampai suhu = 250 °F
- Tidak larut dalam pelarut organik dingin, dilunakkan dengan pelarut panas.
- Terdegradasi dengan panas atau cahaya meskipun dilindungi dengan antioksidan
- Tahanan elektrik baik
- Tahanan terhadap panas baik
- Tahan terhadap asam kuat dan basa sampai suhu 140°F, tetapi tidak tahan terhadap klorin, asam nitrat, dan *oxidizing agent* yang kuat
- Mudah terbakar, tetapi dengan kecepatan lambat
- Tidak beracun

PP dapat berbentuk *molding powder*, *extruded sheet*, *cast film*, *textile staple* dan *continuous filament yarn*, serat (fiber) dengan diameter 0,05 - 1 mikron dan serat dengan ketebalan kurang dari 2 mikron, foam dengan densitas rendah (Suratno, 2000).

Berikut struktur molekul Polipropilen :

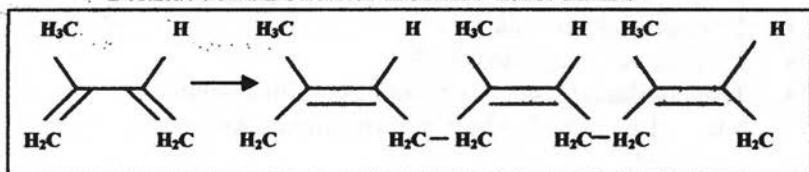


Gambar 2.1 Struktur Molekul Polipropilen (Stevens, 1999)

II.1.2. Karet Alam (NR)

Salah satu bahan yang digunakan sebagai fasa terdispersi adalah NR. Jenis yang akan digunakan adalah *Standard Indonesian Rubber (SIR) 20*. Bahan ini berupa *smoked sheet* yang berasal dari koagulum lapangan hasil dari pengumpulan Latex *Hevea Brasilliensis*, yang diolah dengan teknis mekanis dan dikeringkan dengan alat pengering teknis. Kualitas SIR-20 sesuai dengan Standart Nasional Indonesia (SNI no.06-1903-1990) dan juga sesuai dengan skema SIR seperti yang ditetapkan oleh Menteri Perdagangan Republik Indonesia No.184/Kp/VI/88, tanggal 25 Juni 1998 (Budiman, 1996).

Berikut adalah struktur molekul karet alam :



Gambar 2.2 Struktur Molekul Karet Alam (Stevens, 1999)

Berikut ini adalah sifat fisik dan kimia dari karet alam SIR 20 (Budiman, 1996) :

- Kadar kotoran (% max) : 0.20
- Kadar abu (% max) : 1.00
- Kadar zat menguap (% max) : 0.80
- Nitrogen (N₂) : 0.60

II.1.3. Sifat Termal

• Suhu Transisi-Gelas (T_g)

Suhu transisi-gelas (T_g) adalah temperatur transisi yang menandai bahan polimer akan berubah menjadi keras bila didinginkan dibawah temperatur ini, dan menjadi lunak bila dipanaskan diatasnya. Jika suatu polimer dipanaskan, maka akan muncul suatu batas terjadinya suatu perubahan dimana polimer

melepaskan sifat-sifat gelasnya dan mengambil sifat-sifat yang umumnya lebih condong kepada karet (Flory, 1953).

- **Suhu Leleh (T_m)**

Suhu leleh (T_m) adalah temperatur dimana suatu polimer melunak (Flory, 1953). Pelelehan terjadi manakala struktur material yang terbentuk dari rantai-rantai polimer yang terikat kuat dan teratur runtuh, sehingga dapat mengalir (Sumarno, 2006).

II.2. Campuran Polimer (Polymer Blend)

Campuran polimer adalah pencampuran dua polimer yang memiliki sifat-sifat fisik dan mekanik yang berbeda. Menurut definisi, suatu campuran fisis dari dua atau lebih polimer atau kopolimer berbeda yang tidak terikat melalui ikatan-ikatan kovalen merupakan suatu campuran polimer (Bartczak dkk, 1999). Konsep polimer *blend* tidaklah baru, industri karet telah menggunakannya selama beberapa dekade seperti proses vulkanisasi. Vulkanisasi merupakan istilah umum yang diterapkan untuk reaksi ikat silang rantai (*crosslinking*) karet dengan sulfur. Namun, akhir-akhir ini banyak dikembangkan suatu polimer baru untuk mendapatkan sifat-sifat fisis yang diinginkan melalui pencampuran dua atau lebih polimer (Ahmad dkk, 1994). Salah satu contoh campuran polimer yang mempunyai nilai komersil adalah plastik teknik Noryl (General Elektrik) yang terkomposisi dari polystyrene. Termoplastik Elastomer (TPE) juga hasil campuran polimer yang saat ini banyak diproduksi akhir-akhir ini. TPE merupakan material campuran elastomer-plastik yang memiliki paduan sifat keduanya. (Sabet dkk, 2000).

Karet atau elastomer merupakan polimer alam terpenting dan dipakai secara luas pada industri seperti industriomotif. Karet atau elastomer, merupakan polimer yang memperlihatkan daya pegas, atau kemampuan meregang dan kembali ke keadaan semula dengan cepat. Karet alam (NR) eksis dalam bentuk-bentuk yang berbeda, tetapi sejauh ini yang paling penting adalah yang tersusun hampir seluruhnya dari *cis*-1,4-poliisoprena. Pada tahun

1950-an karet sintesis produksinya telah melampaui NR, tetapi saat ini Indonesia adalah penghasil NR terbesar didunia kedua setelah Thailand, dan diperkirakan tahun 2010 Indonesia akan menjadi penghasil NR terbesar didunia (Budiman,1996).

Melihat potensinya akan NR yang besar, maka banyak dilakukan pengolahan untuk meningkatkan kualitasnya sesuai spesifikasinya dengan cara mencampur dengan material plastik yang produknya disebut Termoplastik Elastomer (TPE). TPE sedang merambah pasar yang akhir-akhir ini yang didominasi oleh bahan-bahan seperti Stirene-Butadiena-Rubber (SBR), polibutadiena, dan Etilene-Propilena-Diene-Rubber (EPDM) menduduki sekitar 70% dari total produksi. Beberapa jenis plastik yang banyak digunakan untuk membuat TPE antara lain : Polietilen (PE), Polivinil klorida (PVC), Polipropilen (PP) (Flory. 1953). Polipropilen merupakan salah satu polimer yang sangat luas digunakan dalam industri pengemasan makanan, *moulding*, *synthetics fibre* dan lain-lain. Kelebihan dari PP adalah memiliki kekuatan dan kekakuan tinggi. Melihat kelebihan PP tersebut, tentunya akan memberi manfaat apabila diolah menjadi produk lain tanpa menurunkan kualitas dari Polipropilen sendiri (*melt flow rate*, kuat tarik (*tensile strenght*), *elongation*, dan kuat bentur (*impact strenght*)). Dari penelitian yang telah dilakukan PP dan PE adalah material plastik yang paling baik untuk di *blend* dengan elastomer, menghasilkan TPE dengan sifat-sifat fisik dan mekanik yang baik, dan paling banyak digunakan dalam industri TPE saat ini di Indonesia dan luar negeri saat ini. Campuran yang saling campur akan memiliki satu suhu transisi gelas (T_g), sedangkan campuran yang tidak saling campur memperlihatkan karakteristik T_g dari masing-masing komponennya (T_g lebih dari satu) (Borrajo dkk, 1995). Untuk membuat campuran polimer kedua polimer dipanaskan sampai diatas T_g dari masing-masing polimer sehingga dapat tercampur. Proses ini dilakukan dengan metode *Melt-Mixing* (pencampuran lelehan) (Sabet dkk, 2000). Untuk membuat blend polimer kedua polimer dipanaskan sampai diatas

T_g dari masing-masing polimer sehingga dapat tercampur. (Flory, 1953)

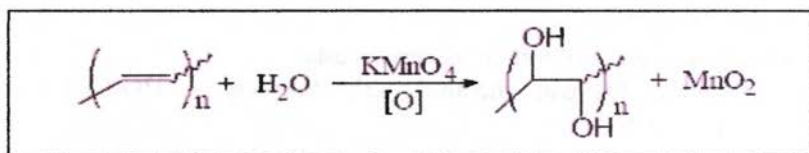
II.3. Perlakuan Awal Fasa Karet

Untuk memperbaiki kompatibilisasi antara karet dengan PP, permukaan karet diberi perlakuan awal untuk memproduksi gugus hidroksil yang mampu bereaksi dengan PP-g-MA. Perlakuan awal tersebut adalah dengan mengoksidasi karet dengan menggunakan larutan KMnO_4 .

Sifat kimia dan fisik dari KMnO_4 adalah:

- pengoksidasi kuat
- merupakan solid berwarna ungu gelap
- tidak berbau
- Berat molekul 158,0339
- *Spesific gravity* 2,703
- Suhu leleh 464°C

KMnO_4 akan memproduksi gugus hidroksil dengan memecah ikatan rangkap pada permukaan partikel karet. PP-g-MA bereaksi dengan gugus hidroksil pada permukaan karet dan akan menutup permukaan karet tersebut sehingga selanjutnya PP-g-MA akan lebih mudah terikat dengan polipropilen. (Liu dkk, 2000)



Gambar 2.3. Oksidasi fasa karet (Liu dkk, 2000)

II.4. Kompatibilisasi Polimer

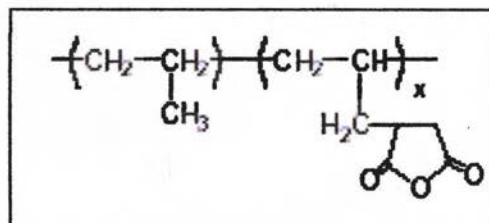
Campuran antara polipropilen dengan karet alam sangatlah sulit untuk bercampur pada berbagai macam komposisi. Hal ini disebabkan ketidakhadiran kompatibiliser yang sangat berpengaruh pada *blend* NR/PP karena tanpa kompatibiliser dapat

menjadikan *blend NR/PP* kehilangan *interfacial adhesion* dan berakibat pada kurangnya properti mekanis. Dalam penelitian kali ini digunakan kompatibiliser *Maleated Polypropylene* (PP-g-MA), hal ini dikarenakan PP-g-MA merupakan bahan yang sudah terkenal dan banyak digunakan dalam industri polimer, minyak, dan pertanian (<http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/maleican.html> [28 Januari 2008]). Kompatibiliser selain PP-g-MA juga ada namun untuk memperolehnya sangat sulit.

Keberadaan PP-g-MA yang telah dicangkokkan dengan polipropilen sangatlah penting sebagai kompatibiliser pada NR, PP-g-MA inilah yang nantinya berperan sebagai promotor terjadinya *interfacial adhesion* antara NR dengan PP. PP-g-MA memiliki kandungan anhidrat dan gugus karboksil yang berpengaruh pada NR dan dapat menjadikan terbentuknya ikatan hidrogen sehingga dapat digunakan untuk mengontrol fase morfologi, fase stabilisasi, dan *interfacial adhesion* pada pencampuran polimer (Fellahi dkk, 2000).

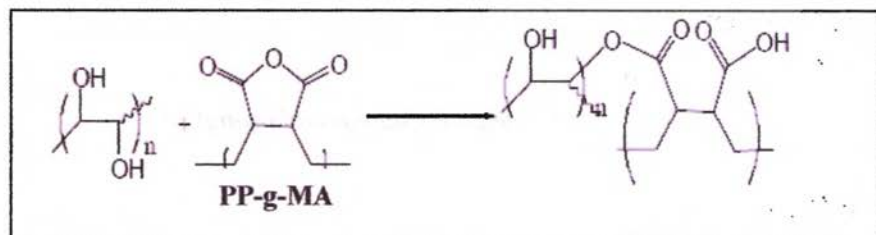
Berikut ini adalah sifat fisik dan kimia dari PP-g-MA:

- Berbentuk kristal
- Berwarna kuning
- M_w 9100
- Densitas 0.93 g/mL (pada 25°C)
- Titik leleh 53°C
- Titik didih 202°C
- Dengan alkohol terbentuk separo ester
Contoh: Dengan metanol terbentuk $\text{cis} - \text{HO}_2\text{CCH} = \text{CHCO}_2\text{CH}_3$
- Ligan yang bagus untuk logam bervalensi rendah
Contoh: $\text{Pt}(\text{PPh}_3)_2(\text{MA})$, $\text{Fe}(\text{CO})_4(\text{MA})$
- Formula $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$
(<http://www.nano.ir/images/newsletter/n110/3144-2.JPG> [29 Januari 2008])



Gambar 2.4. Struktur Molekul PP-g-MA

Karet alam (*NR*) yang telah mengalami perlakuan awal dengan KMnO_4 kemudian membentuk ikatan kovalen dengan PP-g-MA sebagai berikut:



Gambar 2.5. Pembentukan ikatan antara karet yang telah teroksidasi dengan PP-g-MA (*Liu dkk, 2000*)

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Bahan penelitian

1. Termoplastik : Polipropilen (PP pellet type PF 1000) produksi PT. Pertamina, Plaju
2. Elastomer : Karet Alam (NR) jenis SIR-20 produksi PT. Union Siak, Pekanbaru
3. Oksidator : KMnO_4 produksi Merck, Jerman
4. Pelarut karet : Aceton 99.8% produksi Merck, Jerman
5. MnO_2 removal : H_2O_2 dengan kemurnian 50%
 H_2SO_4 98% produksi Merck, Jerman
6. Kompatibiliser : *Maleated Polypropylene (PP-g-MA)* jenis Epolen E-43 produksi Eastman, USA.
7. Bahan Kuratif : Sulfur produksi PT. Ganda Mekar, Indonesia
8. Aktivator : *Zinc Oxide (ZnO)* produksi Global Chemical, Thailand.
Asam Stearat produksi PT. Sumi Asih Oleochemical Industry, Indonesia.
9. Akselator : *Mercaptodibenzo-thiazole disulfide (MBTS)* produksi Nanjing Chemical Plant, China.
10. Anti Degradant : *Trimetil Quinoin (TMQ)*
11. *Plasticizer* : Minarex B produksi PT. Pertamina

III.2 Variabel Penelitian

III.2.1 Variabel Berubah

1. Komposisi *NR/PP* : 80/20, 70/30, 60/40, dan 50/50
2. Komposisi KMnO_4 : 2%, 4%, dan 6% berat NR
3. Komposisi *PP-g-MA* : 0 dan 5% berat

III.2.2 Variabel Tetap

Komposisi Sulfur : 3 phr

III.2.3 Variabel Respon

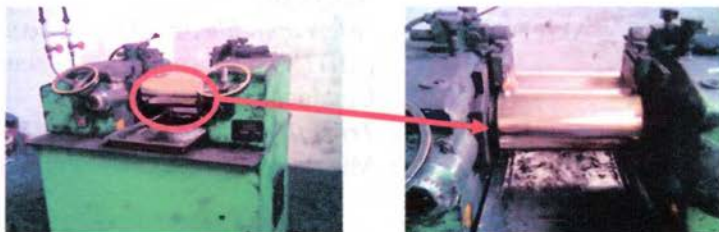
1. Suhu Transisi-Gelas (T_g)
2. Suhu Leleh (T_m)
3. Kuat tarik (*Tensile Strength*)
4. *Elongation at Break*
5. Kuat bentur (*Impact Strength*)
6. Tingkat Kekerasan (*Hardness*)
7. Kuat sobek (*Tearing Strength*)

III.3 Peralatan Penelitian

III.3.1. Peralatan Utama

Dalam penelitian ini, peralatan utama yang digunakan adalah *Two Roll Mixing Mill* (untuk membuat kompon karet sebelum dicampur dengan PP) dan *Internal Mixer* (untuk proses pencampuran).

- Alat Pembuat Kompon *NR*
Two Roll Mixing Mill
Merk : Sook-160 A Shanghai Rubber Machinery Work



Gambar 3.1 *Two Roll Mixing Mill*

- **Alat Pencampuran (*Blending*) NR/PP**
Internal Mixer
 Merk : Haake Rheocord 90
 Tipe rotor : *banbury* rotor
 volume *chamber* : 300 cc



Gambar 3.2 *Internal Mixer*

III.3.2. Peralatan Uji Mekanik

- **Alat Pembuat Lembaran (*Slab*)**
Hydraulic Pressure
 Merk : Toyoseiki, Seisakusho, Co, Ltd,
 Tokyo Japan
 Heater : Heater Elektrik
 Cooler : Air
 Kuat Tekan Max : 500 kg/cm²
 Operasi : 200 kg/cm²
 Ukuran Slab : 21 x 15 x tebal (cm)
 Tebal 1 mm : 30 gram



Gambar 3.3 Peralatan *Hydraulic Pressure*

- Alat Pemotong Specimen
Specimen Punching Machine 291-1/1
 Merk : Toyoseiki, Seisakusho, Co, Ltd, Tokyo Japan
 Manual Operation



Gambar 3.4 Peralatan *Specimen Punching Machine 291-1/1*

- Pengujian Kuat Tarik (*Tensile Strength*) dan *Elongation at Break* berdasarkan ASTM D-638 type IV
 Merk : Instron Model 4202
 Speed : 50 mm/min (cross head)
 Load Range : 12,5 kg



Gambar 3.5 Peralatan Uji Kuat Tarik dan *Elongation at Break*

- Pengujian Kuat Bentur (*Impact Strength*) berdasarkan ASTM D-256

Izod Impact Tester

Merk : Toyoseiki, Seisakusho, Co, Ltd,
Tokyo Japan

Weight Pendulum : 1,217 kg

Distance from center of rotating axis to center gravity : 12,7
cm

Angle in raised position of Pendulum : 135°



Gambar 3.6 Peralatan Uji Kuat Bentur

- Pengujian Tingkat Kekerasan (*Hardness*) berdasarkan ASTM D-2240
Durometer Hardness Tester Shore A
Merk : Toyoseiki, Seisakusho, Co, Ltd, Tokyo Japan



Gambar 3.7 Peralatan Uji Tingkat Kekerasan

- Uji Kuat Sobek (*Tearing Strength*) berdasarkan ASTM D-1922
Elmendorf Tearing Tester 191 – 1/1
Merk : Toyoseiki, Seisakusho, Co, Ltd, Tokyo Japan
Skala Indikator : 0 – 3200



Gambar 3.8 Peralatan Uji Kuat Sobek

III.4 Prosedur Penelitian

III.4.1 Perlakuan Awal Fasa NR

Eksperimen ini diawali dengan merendam karet alam (NR) di dalam larutan acetone 10% berat, kemudian dioksidasi oleh KMnO_4 . Selanjutnya NR tersebut didiamkan selama 24 jam sampai warna ungu dari KMnO_4 hilang yang menunjukkan reaksi telah selesai. Lalu hasil samping MnO_2 dioksidasi lagi dengan H_2O_2 dan H_2SO_4 yaitu masing-masing sebesar 30% dan 0,1%. Kemudian NR yang telah teroksidasi tersebut dicuci dan dikeringkan.

Tabel 3.1. Jadwal Perlakuan Awal Pada Fasa Karet Alam dengan Berbagai Persentase KMnO_4

Bahan	Kuantitas	Waktu
Persiapan bahan baku	500 gram	
Perendaman NR dengan acetone	250 ml	2 x 24 jam
Oksidasi NR dengan KMnO_4	2% : 10 gram 4% : 20 gram 6% : 30 gram	24 jam
Pencucian dengan H_2O_2 dan H_2SO_4	2% : 2 ml 4% : 4 ml 6% : 6 ml	15 menit
Pencucian dengan air	-	5 menit
Mengeringkan NR	-	55 menit
Finishing	-	5 menit

III.4.2. Analisa FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

NR yang telah teroksidasi tersebut kemudian dilakukan analisa FTIR untuk mengetahui adanya gugus hidroksil yang telah terbentuk pada partikel NR. Alat FTIR yang digunakan adalah merk Bruker type Tensor 27 dengan resolusi 4 cm^{-1} dan panjang gelombang antara 500 sampai 4000 cm^{-1} . Sebelum dilakukan analisa FTIR, karet alam yang telah termodifikasi ditreatment

terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan analisa FTIR hanya dapat dilakukan pada sampel yang berbentuk serbuk, liquid, maupun film. Adapun perlakuan awal sebelum uji FTIR pada karet alam yang telah teroksidasi adalah dengan melarutkan sampel yang akan diukur menggunakan FTIR dengan pelarut yang sesuai, dalam hal ini pelarut yang digunakan pada NR tersebut adalah cyclohexan. Kemudian setelah homogen lalu sampel ditetaskan pada wadah sampel kemudian diuapkan beberapa waktu untuk menguapkan pelarut dari sampel tersebut. Setelah pelarut teruapkan seluruhnya, lalu sampel dimasukkan pada kontainer sampel FTIR dan dianalisa dengan FTIR untuk menghasilkan spektrum.

III.4.3. Pembuatan Kompon NR yang Telah Termodifikasi

Pembuatan komponen NR yang telah termodifikasi dilakukan dengan menggunakan *Two Roll Mixing Mill* pada suhu kamar. Kompon ini merupakan campuran dari NR yang telah teroksidasi, sulfur, asam stearat, ZnO, MBTS, dan TMQ. Pembuatan komponen ini yaitu dengan memastikan NR dalam *Two Roll Mixing Mill* selama 10 menit, kemudian ke dalam NR tersebut berturut-turut ditambahkan ZnO, asam stearat, TMQ, MBTS dan sulfur, sambil proses milling tetap berlangsung.

Tabel 3.2. Jadwal Pembuatan Kompon NR dengan Berbagai Persentase KMnO_4

Bahan	Kuantitas (phr)	Waktu Pencampuran (menit)
Mastikasi NR termodifikasi	100	2% KMnO_4 : 20 4% KMnO_4 : 30 6% KMnO_4 : 40
Penambahan ZnO	5	5
Penambahan Asam Stearat	2	5

Penambahan TMQ	1	5
Penambahan MBTS	0.6	5
Penambahan Sulfur	3	5
Finishing	-	5

III.4.4 Proses Pencampuran

Pada proses ini PP dicampurkan pada kompon NR yang telah termodifikasi dan disertai penambahan kompatibiliser PP-g-MA selama 7 menit didalam internal mixer pada suhu 180 °C dan kecepatan rotor 60 rpm dimana komposisi NR/PP divariasikan. Setelah proses blending selesai, material dikeluarkan.

Tabel 3.3. Jadwal Pencampuran Temoplastik Elastomer di dalam *Internal Mixer*

Aktivitas	Waktu Pencampuran (menit)
Pelelehan Polipropilen	3
Penambahan Plasticizer	1
Penambahan Kompon Karet	2
Penambahan PP-g-MA	1
<i>Blending</i>	7
Finishing	3

III.4.5. Tahap Analisa

Penyiapan sampel untuk analisa sifat mekanik ada dua tahap, pembuatan lembaran (*slab*) dan pemotongan *slab* menjadi *specimen* uji. Pembuatan slab tersebut menggunakan peralatan *Hydraulic Pressure* merek Toyoseiki yang dilengkapi dengan pemanas elektrik dan pendingin air. Ukuran slab adalah 15 cm x 21 cm dengan ketebalan 2 mm untuk uji *tensile strength* dan *elongation at break*, 4 mm untuk uji *impact strength*, 6 mm untuk uji *hardness*, dan 0,5 mm untuk uji *tearing strength*. Tekanan dan suhu operasi yang digunakan adalah 200 bar dan suhu 230 °C. Setelah hasil pencampuran dibuat slab, kemudian dipotong menjadi *specimen* sesuai standart ASTM masing-masing pengujian. Pemotongan slab menjadi *specimen* uji *tensile*

strength, elongation at break, impact strength, hardness, dan tearing strength menggunakan peralatan *specimen punching machine* merek Toyoseiki. Kemudian seluruh *specimen* uji disimpan dalam ruang pengondisian yang bersuhu 24 °C dengan kelembaban 50 sampai waktu pengujian dilakukan.

Selanjutnya dilakukan analisa morfologi *Scanning Electron Microscopy (SEM)* dengan alat *SEM JEOL JSM T-330A* dengan perbesaran 500x dan 3500x yang digunakan untuk mengetahui distribusi fasa *NR* di dalam matriks *TPE* dan analisa termal *Differential Scanning Calorimetry (DSC)* dengan alat *DSC 200* tipe Seiko *SSC 5200H* untuk mengukur suhu transisi-gelas (T_g) dan suhu leleh (T_m) *blend NR/PP*. Untuk analisa *SEM* dilakukan pada permukaan patahan sampel yang tidak boleh tersentuh oleh apapun seperti sidik jari ataupun debu. Persiapan sampel dimulai dengan merendam sampel dalam nitrogen cair sebelum dipatahkan yang bertujuan untuk menghindari deformasi fasa pada sampel saat dilakukan pematahan. Kemudian sampel direndam dalam xylene yang dipanasi pada suhu 100°C selama 10 menit untuk melarutkan fasa *PP* sehingga dapat diperoleh mikrograph yang baik. Selanjutnya sampel dikeringkan dalam oven pada 40°C selama 3 jam. Sebelum ditembak oleh elektron, sampel tersebut dilapisi dengan emas menggunakan *JEOL Fine Coat* untuk menghindari timbulnya muatan elektrostatik pada saat analisa (Nakason dkk, 2006).

Tabel 3.4 Jadwal Pembuatan Slab

Aktivitas	Waktu (menit)
Pemanasan alat sampai suhu 230°C	45
Persiapan Bahan	10
Pemasukan Material	1
Pemanasan Awal Material	60
Penghilangan udara dengan pemompaan 100 kg/cm ² sebanyak 20x	5
Pemanasan Akhir Material	10
Pendinginan sampai suhu air 30°C	35

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Perlakuan awal fasa karet alam (NR)

Proses perlakuan awal fasa NR ini diawali dengan merendam NR dalam larutan acetone 10% berat selama 2 x 24 jam. Hal ini dikarenakan acetone berguna sebagai pelarut NR agar NR selanjutnya mudah teroksidasi oleh larutan KMnO_4 . Setelah perendaman didalam acetone, NR kemudian di oksidasi dengan KMnO_4 selama 24 jam sampai warna ungu yang dihasilkan seperti yang terlihat pada gambar 4.1.a menghilang. Pada oksidasi ini ikatan rangkap pada NR yang dioksidasi akan pecah dan akan menangkap gugus hidroksil yang terbentuk dari oksidasi KMnO_4 . Hasil oksidasi secara fisik dapat dilihat dari terbentuknya endapan MnO_2 yang berwarna coklat seperti yang terlihat pada Gambar 4.1.b. Kemudian endapan MnO_2 yang terbentuk tersebut dioksidasi kembali dengan H_2O_2 dan H_2SO_4 masing-masing sebesar 30% dan 0,1 % berat. Hasil oksidasinya yaitu terjadi perubahan warna dari coklat menjadi putih.



(a)



(b)



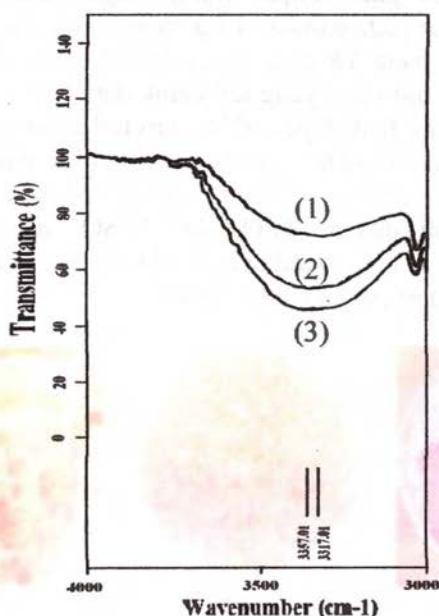
(c)

Gambar 4.1 Hasil Oksidasi

(a). NR yang dioksidasi dengan KMnO_4 , (b). NR yang dioksidasi dengan KMnO_4 selama 24 jam, (c). NR setelah penambahan 30% H_2O_2 dan 0,1% H_2SO_4

IV.2 Analisa FTIR

Pada analisa FTIR ini digunakan alat FTIR merk Bruker type Tensor 27 dengan resolusi 4 cm^{-1} dan panjang gelombang antara 500 sampai 4000 cm^{-1} . Dari analisa FTIR ini ternyata didapatkan adanya gugus hidoksil yang terdapat pada NR yang termodifikasi pada bilangan gelombang $3200 - 3600\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan bahwa metode perlakuan awal fasa NR tersebut dapat menghasilkan gugus $-\text{OH}$ yang terikat pada molekul rantai NR. Dengan adanya gugus hidoksil yang terbentuk dari proses perlakuan awal fasa NR dengan KMnO_4 ini diharapkan kompatibilitas antara *blend* NR/PP meningkat. (Liu dkk, 2000)



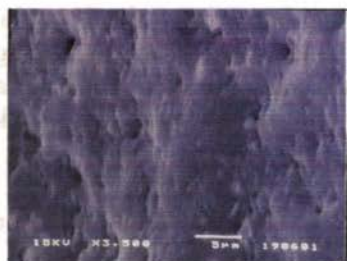
Gambar 4.2 Hasil analisa FTIR yang menunjukkan gugus hidoksil pada NR termodifikasi. Kurva (1) NR, (2) NR dengan perlakuan awal menggunakan KMnO_4 2% berat, dan (3) NR dengan perlakuan awal menggunakan KMnO_4 6% berat.

Dari analisa FTIR seperti yang tampak pada Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa gugus hidroksil yang didapatkan semakin banyak dengan semakin besarnya variabel penambahan KMnO_4 pada NR.

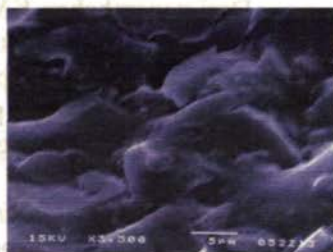
IV.3 Analisa Morfologi

Morfologi *blend* NR/PP dianalisa dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) JEOL JSM T- 330A. Pengamatan morfologi bertujuan untuk mengamati distribusi dan ukuran partikel NR yang terdispersi dalam matriks PP. Pada perlakuan awal analisa ini hanya fasa PP pada permukaan campuran yang terlarut dalam xylene sedangkan fasa NR tetap masih terikat pada matriks PP sehingga didapatkan micrograph SEM yang jelas (Nakason dkk, 2006). Hasil analisa SEM berupa micrograph dengan perbesaran 500x dan 3500x. Micrograph SEM *blend* NR/PP dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah ini:

- Pengaruh variasi perlakuan awal dengan penambahan KMnO_4
Micrograph SEM *blend* NR/PP di bawah ini memperlihatkan distribusi dan ukuran partikel fasa NR yang terdispersi dalam matriks PP. Dari gambar hasil morfologi partikel *blend* NR/PP tanpa perlakuan awal (Gambar 4.3.a) terlihat distribusi fasa NR lebih merata dan berukuran kecil, yaitu sekitar $1,37 \mu\text{m}$ (Octavia dkk, 2007).



(a)



(b)



Gambar 4.3 Micrograph SEM pada *blend* NR/PP dengan komposisi 70/30 dengan variasi penambahan KMnO_4 : (a) 0% KMnO_4 (b) 2% KMnO_4 , (c) 4% KMnO_4 , (d) 6% KMnO_4

Ukuran partikel yang kecil tersebut menunjukkan fasa NR terdistribusi merata dalam matriks PP yang menyebabkan properti mekanik dari *blend* NR/PP meningkat karena semakin kecil ukuran partikel dan pendispersian yang merata dari fasa terdispersi maka dapat meningkatkan properti mekanik dari *blend* NR/PP (Kuriakose dkk, 1984). Sedangkan untuk *blend* NR/PP dengan dilakukan perlakuan awal baik dengan variasi 2%, 4%, maupun 6% berat KMnO_4 (Gambar 4.3.b sampai dengan Gambar 4.3.d) terlihat distribusi fasa NR yang kurang merata dengan ukuran partikel NR masing-masing sebesar 3,9 μm , 4,2 μm , dan 4,7 μm . Hal ini menyebabkan kompatibilitas antara NR dengan PP pun rendah dan menghasilkan properti mekanik yang rendah pula. (Kuriakose dkk, 1984)

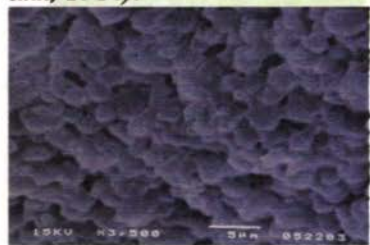
Dari penambahan KMnO_4 yang bervariasi yaitu 2%, 4%, dan 6% berat dapat dilihat dari pengamatan morfologi yang menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan, sehingga pengaruh perlakuan awal pada properti mekanik pun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

- Pengaruh komposisi *blend* NR/PP pada perlakuan awal fasa NR dengan KMnO_4 2% berat

Komposisi NR merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi dispersi dan ukuran partikel dimana komposisi NR yang semakin meningkat maka akan menghasilkan distribusi

partikel *NR* yang merata dan ukuran partikel semakin kecil. Pada komposisi *blend NR/PP* 50/50 (Gambar 4.4.c) partikel *NR* yang terdispersi dalam matriks *PP* kurang merata, hal ini menyebabkan properti mekanik dari *blend NR/PP* lebih rendah. Untuk campuran TPE dengan komposisi *NR/PP* 70/30 (Gambar 4.4.b) menunjukkan distribusi *NR* yang lebih merata dibandingkan pada komposisi *NR/PP* 50/50, yang disebabkan banyaknya fasa *NR* yang tervulkanisasi dinamik sehingga meningkatkan viskositas campuran yang akan membuat ukuran partikel lebih kecil dan distribusinya merata. Sedangkan untuk komposisi *blend NR/PP* 80/20 (Gambar 4.4.a) menyebabkan *NR* cenderung menjadi fasa co-kontinu didalam fasa kontinu *PP* dengan semakin meningkatnya komposisi karet didalam campuran TPE sehingga akan membuat *NR* teraglomerasi dan menyebabkan adhesi antara fasa *NR* dengan *PP* menjadi lemah sehingga menghasilkan properti mekanik yang rendah (Kuriakose dkk, 1984).

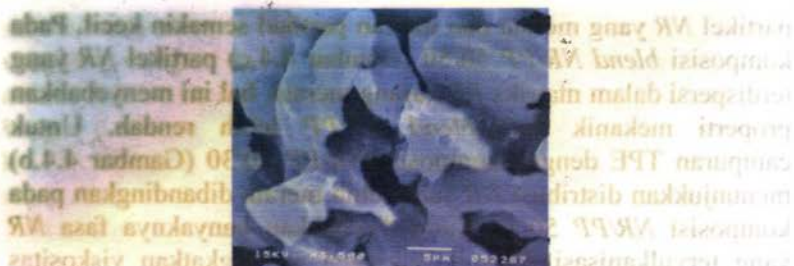
Vulkanisasi dinamik fasa *NR* selama proses pencampuran juga dapat meningkatkan viskositas *blend NR/PP*. Dengan meningkatnya viskositas *blend NR/PP* maka gaya geser yang terjadi di dalam internal mixer meningkat. Hal ini mengakibatkan gesekan yang terjadi selama pencampuran semakin sering terjadi sehingga menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil, dispersi fasa *NR* lebih merata dalam matriks *PP*, dan peningkatan properti *elongation at break* dan kuat tarik (*tensile strength*) (Kuriakose dkk, 1984).



(a)

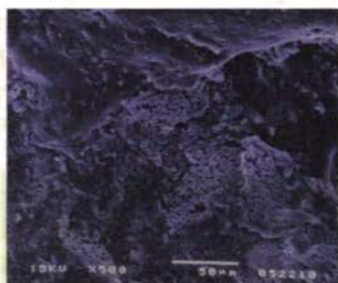


(b)

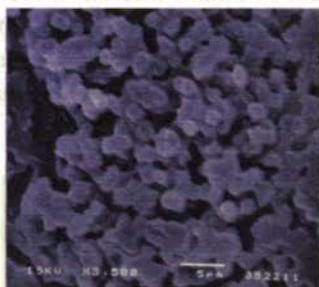


(c)
Gambar 4.4 Micrograph SEM pada blend NR/PP dengan perlakuan awal fasa NR 2% KMnO_4 , (a) komposisi blend NR/PP 80/20 disertai dengan penambahan PP-g-MA 5% pada perbesaran 3500x, (b) komposisi blend NR/PP 70/30 disertai dengan penambahan PP-g-MA 5% pada perbesaran 3500x, (c) komposisi blend NR/PP 50/50 tanpa penambahan PP-g-MA pada perbesaran 3500x.

- Pengaruh penambahan PP-g-MA 5% pada morfologi blend NR/PP



(a)



(b)



Gambar 4.5 Micrograph SEM pada *blend* NR/PP dengan perlakuan awal fasa NR 2% KMnO_4 , (a) komposisi *blend* NR/PP 80/20 tanpa penambahan PP-g-MA 5% pada perbesaran 500x, (b) komposisi *blend* NR/PP 80/20 tanpa penambahan PP-g-MA 5% pada perbesaran 3500x, (c) komposisi *blend* NR/PP 80/20 disertai dengan penambahan PP-g-MA 5% pada perbesaran 500x, (d) komposisi *blend* NR/PP 80/20 disertai dengan penambahan PP-g-MA 5% pada perbesaran 3500x

Campuran antara polimer non polar dengan polimer polar memang sangat susah untuk mendapatkan campuran yang homogen. Oleh karena itu penambahan kompatibiliser PP-g-MA ini berfungsi untuk meningkatkan *interfacial adhesion* antara NR dengan PP (J.Roeder dkk, 2005). Dari morfologi *blend* NR/PP dengan komposisi 80/20 (Gambar 4.5) tampak adanya aglomerasi-aglomerasi dari fasa NR akibat fasa NR cenderung menjadi fasa co-kontinu didalam campuran dengan semakin banyaknya komposisi NR didalam campuran TPE. Hal tersebut menyebabkan adhesi antara fasa NR dengan PP menjadi lemah sehingga menghasilkan properti mekanik yang rendah (Kuriakose dkk, 1984).

Morfologi *blend* NR/PP tanpa PP-g-MA dengan *blend* NR/PP dengan PP-g-MA dengan perbesaran 500x yang terlihat pada Gambar 4.5.a dan 4.5.c tidak terlihat adanya perbedaan yang signifikan. Tidak adanya perbedaan yang signifikan tersebut diperjelas dengan perbesaran 7x dari Gambar 4.5.a dan 4.5.c

seperti yang ditunjukkan pada Gambar SEM 4.5.b dan 4.5.d serta ukuran partikel NR yang hampir sama yaitu sekitar 2 μm . Hal ini dipengaruhi karena peran PP-g-MA tidak akan terlalu berpengaruh pada NR yang menjadi fasa co-kontinu didalam fasa kontinu PP sehingga akan dihasilkan properti mekanik yang rendah.

IV.4 Analisa Termal dengan mengukur Suhu Transisi - Gelas (T_g) dan Suhu Leleh (T_m)

Analisa termal *blend* NR/PP dengan mengukur T_g dan T_m dilakukan dengan menggunakan analisa *Differential Scanning Calorimetric* (DSC) dengan alat DSC 200 tipe Seiko SSC 5200H. Analisa DSC ini menggunakan kisaran suhu -100°C sampai dengan 225°C , dimana setting laju pemanasan dibuat sebesar $5^\circ\text{C}/\text{menit}$ dan rate N_2 60 ml/menit. Hasil analisa DSC merupakan kurva thermogram yang dapat digunakan untuk menentukan T_g dan T_m .

Tabel 4.1 Hasil DSC pada *blend* NR/PP dengan berbagai persentase KMnO_4

Variabel KMnO_4 (% berat)	Komposisi NR/PP	PP-g-MA	T_m campuran TPE ($^\circ\text{C}$)	T_g 1 ($^\circ\text{C}$)	T_g 2 ($^\circ\text{C}$)
2 % berat	70/30	0%	165.6	-75.7	-56.4
2 % berat	70/30	5%	164.9	-79	-56
4% berat	70/30	5%	159.9	-75.2	-55.1
6% berat	70/30	5%	159.2	-69.8	-55.9
2 % berat	100/0	-	-	-82.9	-64.6

Pada hasil analisa DSC seperti yang terlihat pada Tabel 4.1 tampak adanya komponen lain pada *blend* NR/PP yang ditunjukkan oleh adanya 2 suhu leleh (T_m) (Appendik B). Munculnya T_m komponen lain pada *blend* NR/PP ini diduga disebabkan karena adanya degradasi NR yang merupakan akibat

dari pengaruh perlakuan awal fasa *NR* sehingga dapat membentuk komponen lain pula. Degradasi *NR* ini disebabkan oleh adanya oksigen yang terbentuk dari hasil oksidasi MnO_2 (hasil samping dari oksidasi *NR* dengan KMnO_4) dengan H_2O_2 dan H_2SO_4 . Hal ini ditunjukkan pula oleh hasil DSC pada *NR* setelah perlakuan awal dengan 2% KMnO_4 yang menunjukkan adanya komponen lain yang telah terbentuk dan tetap muncul pada *blend NR/PP*. Pernyataan ini juga didukung oleh Tibor yang menyebutkan bahwa oksidasi dapat menyebabkan pemutusan rantai pada polimer *amorphous* (Tibor, 1983), namun untuk memastikan terjadinya degradasi dapat dilakukan analisa lebih lanjut dengan menggunakan *Thermogravimetric Analysis* (TGA) dan untuk analisa komponen lain yang terbentuk dari perlakuan awal fasa *NR* dengan menggunakan *X-Ray Diffraction Analysis*.

Dari hasil DSC pada Tabel 4.1 juga terlihat adanya T_m campuran yang mendekati T_m *PP* sebesar 165,4 °C. Pada hasil DSC dengan komposisi *blend* 70/30 yang disertai penambahan *PP-g-MA* tampak bahwa dengan perlakuan awal fasa *NR* menggunakan 2% KMnO_4 pergeseran T_m campuran tidak terlalu jauh dari T_m *PP*. Hal ini menunjukkan struktur kristal *PP* pada *blend NR/PP* dengan penambahan 2% berat KMnO_4 tidak terlalu berubah. Berbeda halnya dengan campuran TPE pada komposisi yang sama dengan menggunakan 4% dan 6 % KMnO_4 dalam perlakuan awal fasa *NR*, yang menunjukkan pergeseran T_m campuran dengan T_m *PP* cukup besar yaitu sekitar 6 °C. Penurunan T_m ini menunjukkan susunan kristal *PP* dalam campuran TPE banyak berubah. Sedangkan dilihat dari ΔH yang besar pada perlakuan awal fasa *NR* dengan menggunakan 4% dan 6% KMnO_4 , kristal dengan komposisi yang lebih banyak terjadi pada perlakuan awal dengan menggunakan 4% dan 6% KMnO_4 daripada *blend NR/PP* dengan perlakuan awal menggunakan 2% berat KMnO_4 . Semakin banyak komposisi kristal pada campuran TPE maka akan dihasilkan material TPE yang lebih kaku.

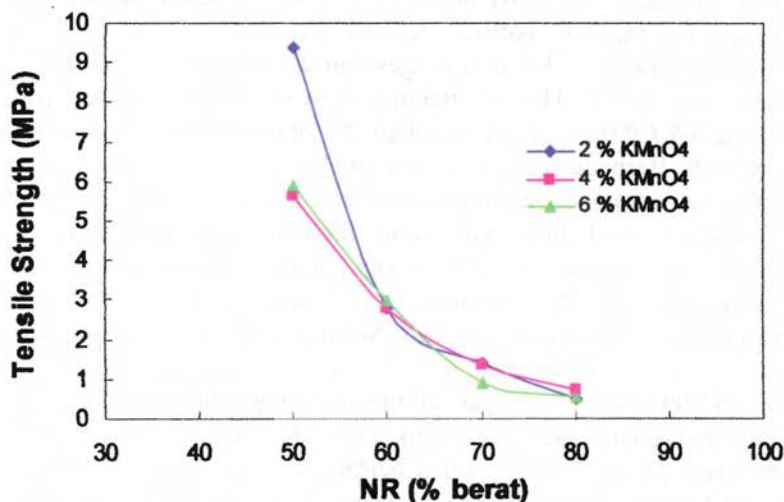
Untuk T_g yang terdeteksi pada analisa DSC ini ada 2 T_g yang menunjukkan campuran antara *NR* dengan *PP* tidak saling

campur (*immiscible*) sehingga didapatkan material TPE yang tidak homogen. Sedangkan *blend* NR/PP pada komposisi 70/30 dengan penambahan 2% berat KMnO_4 tanpa menggunakan PP-g-MA mempunyai T_g dan T_m yang lebih tinggi daripada *blend* NR/PP yang menggunakan PP-g-MA walaupun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa *blend* NR/PP tanpa PP-g-MA lebih keras dan rapuh daripada *blend* NR/PP dengan PP-g-MA karena *interfacial adhesinya* lebih lemah.

IV.5. Uji Properti Mekanik

a. Uji Kuat Tarik (*Tensile Strength*) dan *Elongation at Break*

Pengujian *tensile strength* dan *elongation* dilakukan dengan menggunakan Universal Testing Machine (UTM) model 101 J Load 12,5 kg, dengan sampel standar ASTM D-638 tipe IV. Hasil pengujian pengaruh perlakuan awal fasa NR terhadap *tensile strength* ditunjukkan pada Gambar 4.6 dan 4.7.



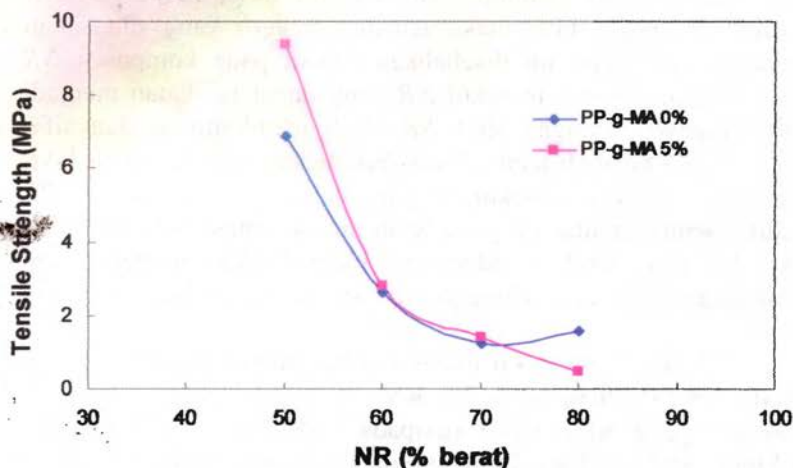
Gambar 4.6 Plot *Tensile Strength* terhadap komposisi NR dalam *blend* NR/PP pada berbagai variabel KMnO_4

Tensile Strength merupakan gaya tarik persatuan luas penampang yang diperlukan untuk memutuskan suatu material. Dari Gambar 4.6 menunjukkan semakin besar komposisi *NR* dalam campuran *TPE* maka *tensile strength* yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini disebabkan bahwa pada komposisi *NR* yang semakin besar, molekul *NR* yang dapat berikatan menjadi lebih banyak sehingga sifat *NR* lebih mendominasi dan sifat mekaniknya menjadi lebih elastis. Sedangkan pada komposisi *NR* yang lebih rendah, molekul *NR* yang dapat berikatan dengan *PP* sedikit sehingga sifat *PP* yang lebih mendominasi. Sifat mekanik dari *PP* yang lebih mendominasi menyebabkan properti yang dihasilkan lebih kuat sehingga nilai *tensile strength*-nya semakin besar.

Pada Gambar 4.6 diatas terlihat bahwa pada komposisi *blend NR/PP 50/50* pada 2% KMnO_4 mempunyai nilai *tensile strength* yang lebih besar daripada penambahan 4% dan 6% KMnO_4 . Hal ini disebabkan karena *PP* mempunyai nilai *tensile strength* yang besar. Selain itu semakin banyak *NR* yang terdegradasi dengan semakin besar persentase penambahan KMnO_4 akan menyebabkan nilai *tensile strength* yang dihasilkan semakin besar karena *tensile strength* dari *NR* semakin kecil.

Kelakuan penurunan *tensile strength* juga dapat dilihat pada Gambar 4.7 yang menunjukkan kecenderungan yang sama walaupun *blend NR/PP* tidak mengandung *PP-g-MA*. Dari gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa penambahan *PP-g-MA* dalam *blend NR/PP* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini didukung oleh micrograph SEM pada Gambar 4.5 yang menunjukkan distribusi fasa *NR* di dalam matriks *PP* dengan adanya penambahan *PP-g-MA* maupun tanpa *PP-g-MA* kurang signifikan perbedaannya. Perbedaan yang kurang signifikan yang disebabkan oleh pengaruh *PP-g-MA* pada properti mekanik *blend NR/PP* dapat dijelaskan dari hasil DSC pada campuran yang menunjukkan adanya komponen lain yang terbentuk karena pengaruh perlakuan awal fasa *NR* sehingga

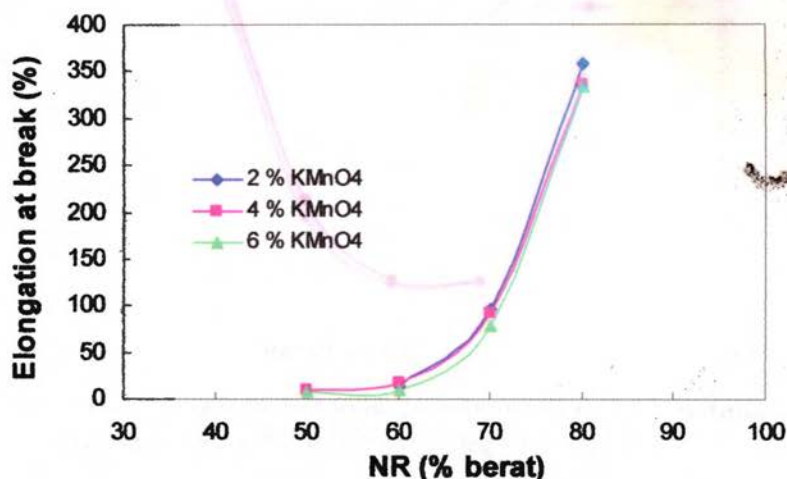
pengaruh *PP-g-MA* pada campuran relatif tidak mempengaruhi properti campuran TPE.



Gambar 4.7. Plot *Tensile Strength* terhadap komposisi *NR* dalam *blend NR/PP* dengan penambahan *PP-g-MA* dan tanpa *PP-g-MA*

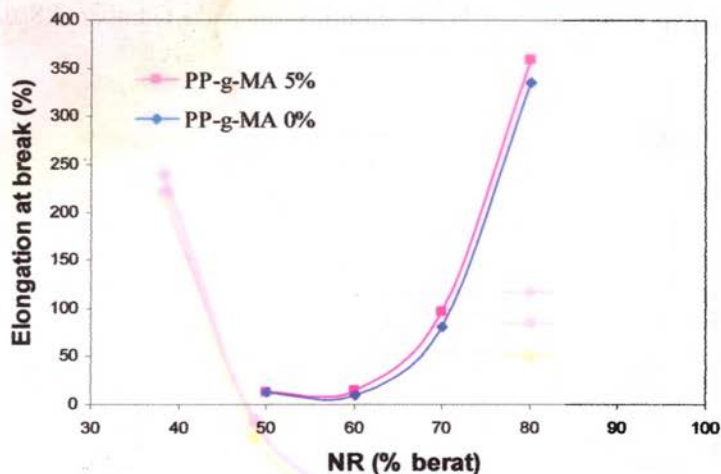
Dari Gambar 4.7 diatas terjadi penyimpangan kelakuan pada komposisi *blend* 80/20, yaitu pada *tensile strength blend NR/PP* dengan disertai penambahan *PP-g-MA* lebih rendah dibandingkan dengan campuran tanpa *PP-g-MA*. Hal ini disebabkan karena peran *PP-g-MA* tidak akan terlalu berpengaruh didalam fasa *NR* yang cenderung menjadi fasa co-kontinu didalam fasa kontinu *PP* dengan semakin meningkatnya komposisi *NR* didalam campuran TPE sehingga menyebabkan adhesi antara fasa *NR* dengan *PP* menjadi lemah dan menghasilkan properti mekanik yang rendah (*Kuriakose dkk, 1984*).

Hasil pengujian pengaruh perlakuan awal fasa *NR* terhadap *elongation at break* ditunjukkan pada Gambar 4.8 dan 4.9.



Gambar 4.8 Plot *Elongation at Break* terhadap komposisi *NR* dalam *blend NR/PP* pada berbagai variabel KMnO_4

Elongation at Break merupakan persentase pertambahan panjang suatu material saat material tersebut putus. Pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa semakin banyak komposisi *NR* dalam *blend NR/PP* maka *elongation at break* yang dihasilkan semakin besar pula. Komposisi *NR* yang lebih besar menyebabkan molekul *NR* yang berikatan dengan *PP* lebih banyak sehingga sifat *NR* lebih dominan. Karet merupakan elastomer yang memiliki elastisitas tinggi, sehingga sifat *NR* yang dominan menyebabkan properti *blend NR/PP* lebih elastis. Nilai *elongation* untuk *PP* murni tipe *PF 1000* adalah 7-8% (sumber: Laboratorium Polimer – Pertamina).

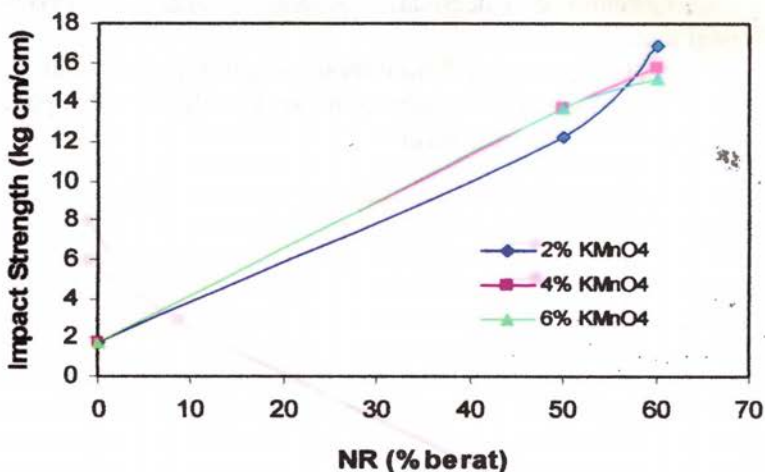


Gambar 4.9 Plot *Elongation at Break* terhadap komposisi *NR* dalam *blend NR/PP* dengan penambahan *PP-g-MA* dan tanpa *PP-g-MA*

Pada Gambar 4.9 diatas terlihat adanya peningkatan *elongation* dengan adanya penambahan *PP-g-MA* 5% berat yang menunjukkan *blend NR/PP* semakin kompatibel dengan penambahan *PP-g-MA* walaupun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kompatibilitas fasa *NR* dengan *PP* dengan penambahan kompatibiliser *PP-g-MA* karena distribusi partikel *NR* dalam matriks *PP* lebih merata (Octavia dkk, 2007). Pada pengujian *elongation* ini didapatkan *elongation at break* tertinggi pada *blend NR/PP* dengan perlakuan awal fasa *NR* menggunakan 2% berat KMnO_4 pada komposisi 80/20 yaitu sebesar 359%.

b. Uji Kuat Bentur (*Impact Strength*)

Pengujian kuat bentur (*impact strength*) berdasarkan ASTM D-256 dengan menggunakan peralatan Izod Impact Tester. Hasil pengujian pengaruh perlakuan awal fasa NR terhadap *impact strength* blend NR/PP dapat dilihat pada Gambar 4.10.



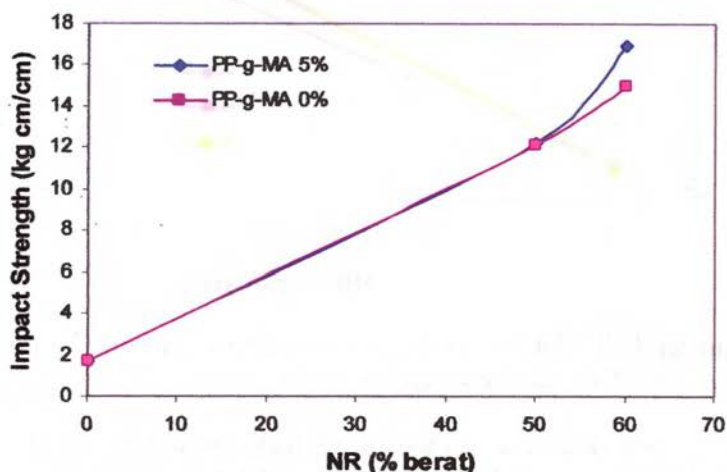
Gambar 4.10. Plot *Impact Strength* terhadap komposisi NR pada blend NR/PP dengan berbagai variabel KMnO_4

Semakin besar komposisi NR maka *impact strength* yang dihasilkan akan semakin besar karena sifat elastis dari NR yang muncul dalam material TPE menyebabkan energi yang diperlukan untuk mematahkan suatu material dengan ketebalan tertentu akan semakin besar pula. PP adalah material yang memiliki nilai *impact strength* yang kecil, sehingga semakin banyak PP yang terkandung dalam suatu material maka *impact strength* yang dihasilkan akan semakin kecil. Nilai *impact strength* untuk PP murni tipe PF 1000 adalah 1,73 kg cm/cm (sumber: Laboratorium Polimer – Pertamina). Namun dengan adanya penambahan NR dalam campuran mampu meningkatkan

nilai *impact strength* dari *PP*, dimana *NR* merupakan elastomer yang memiliki nilai *impact strength* yang besar.

Dari Gambar 4.10 diatas diketahui bahwa pengaruh persentase KMnO_4 pada *blend NR/PP* tersebut kurang begitu signifikan yang diduga disebabkan oleh pengaruh komponen lain yang terbentuk dari degradasi *NR* akibat oksigen dari perlakuan awal fasa *NR*.

Hasil pengujian berdasarkan pengaruh penambahan *PP-g-MA* terhadap *impact strength* campuran TPE dapat dilihat pada Gambar 4.11 sebagai berikut



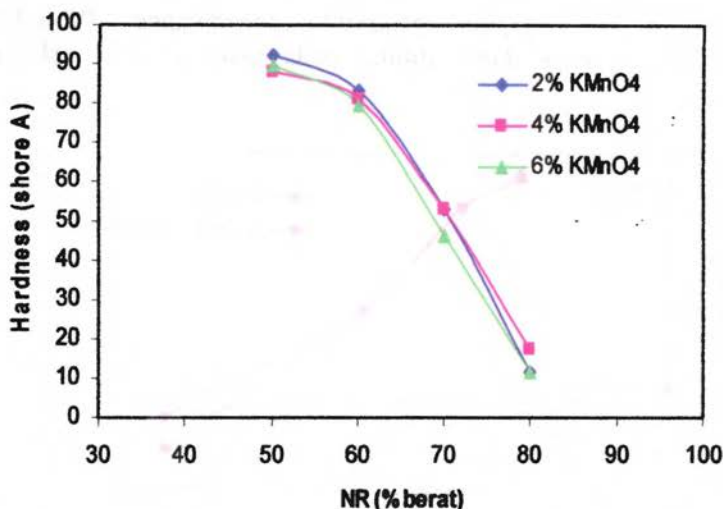
Gambar 4.11 Plot *Impact Strength* terhadap komposisi *NR* pada *blend NR/PP* dengan penambahan *PP-g-MA* dan tanpa *PP-g-MA*

Dari Gambar 4.11 di atas terlihat bahwa dengan adanya penambahan kompatibiliser *PP-g-MA* 5% pada *blend NR/PP* menunjukkan adanya peningkatan *impact strength* walaupun peningkatannya tidak terlalu signifikan. Peningkatan yang kurang signifikan yang disebabkan oleh peran *PP-g-MA* pada properti mekanik TPE tidak terlalu berpengaruh akibat adanya komponen lain yang terbentuk karena pengaruh perlakuan awal fasa *NR*

seperti yang terdeteksi dari analisa termal dengan menggunakan DSC.

c. Uji Tingkat Kekerasan (*Hardness*)

Pengujian *hardness* berdasarkan ASTM D-2240 dengan menggunakan Durometer Hardness Tester dengan standar pengukuran Shore A dan digunakan untuk mengukur tingkat kekerasan suatu material. Pengaruh perlakuan awal fasa NR terhadap properti *blend* NR/PP ditunjukkan pada Gambar 4.12 dan 4.13 sebagai berikut.



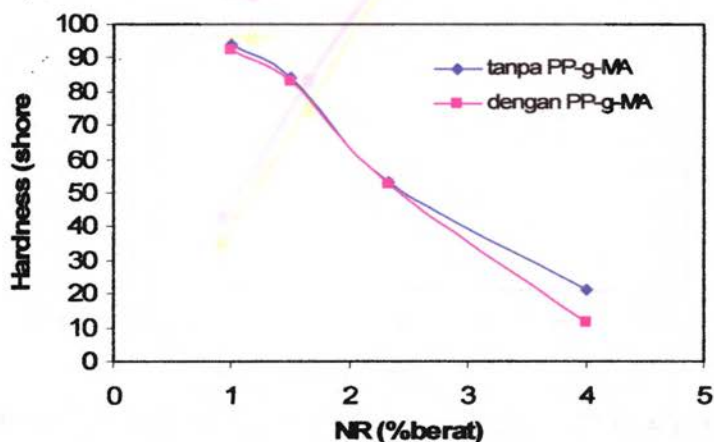
Gambar 4.12 Plot *Hardness* terhadap komposisi NR dalam *blend* NR/PP dengan berbagai variabel KMnO₄

Dari Gambar 4.12 dapat dilihat kecenderungan penurunan *hardness* seiring dengan kenaikan komposisi NR dalam campuran. Pada komposisi NR kecil, distribusi NR dalam matriks PP lebih sedikit sehingga sifat kaku dan keras yang dimiliki PP lebih dominan yang menyebabkan nilai *hardness* yang dihasilkan besar, begitu pula sebaliknya dengan semakin bertambahnya

komposisi *NR* dalam *blend NR/PP* maka nilai *hardness* yang dihasilkan semakin kecil karena sifat elastis dari *NR* yang akan muncul di dalam campuran TPE akibat partikel *NR* yang terdistribusi dalam matriks *PP* semakin besar (Nakason dkk, 2006).

Perbedaan yang ditunjukkan dari penambahan persentase KMnO_4 tidak begitu signifikan (Gambar 4.13). Hal ini diduga dikarenakan adanya komponen lain yang terbentuk akibat degradasi rantai pada *NR* akibat pengaruh perlakuan awal fasa *NR* yang menyebabkan *blend NR/PP* semakin rapuh sehingga menurunkan *hardness*.

Hasil pengujian pengaruh penambahan *PP-g-MA* terhadap *hardness* dapat dilihat pada Gambar 4.13 sebagai berikut.



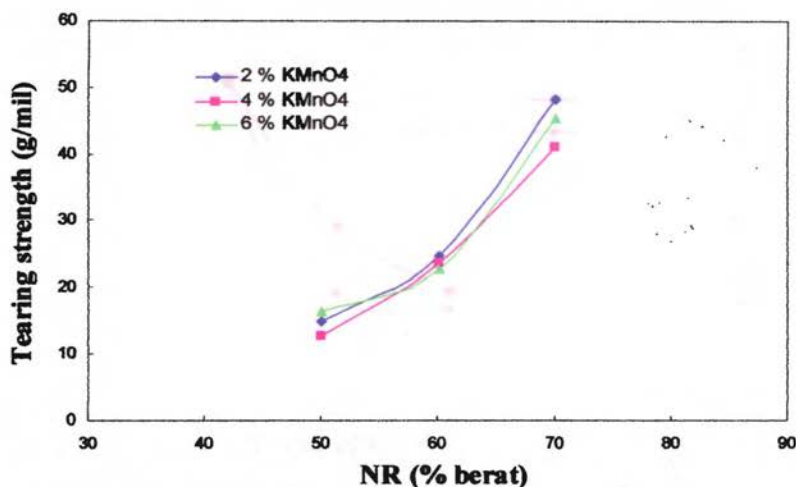
Gambar 4.13 Plot *Hardness* terhadap komposisi *NR* pada *blend NR/PP* dengan penambahan *PP-g-MA* dan tanpa *PP-g-MA*

Penambahan *PP-g-MA* pada analisa *hardness* ini tidak terdapat perbedaan yang signifikan yang disebabkan oleh peran *PP-g-MA* pada properti mekanik TPE tidak terlalu berpengaruh akibat adanya komponen lain yang terbentuk karena pengaruh

akibat adanya komponen lain yang terbentuk karena pengaruh perlakuan awal fasa *NR* seperti yang terdeteksi dari analisa termal dengan menggunakan DSC.

d. Uji Kuat Sobek (*Tearing Strength*)

Pengujian *tearing strength* berdasarkan ASTM D-1922 dengan menggunakan Elmendorf Tearing Tester. Hasil pengujian pengaruh perlakuan awal fasa *NR* terhadap *blend NR/PP* pada *tearing strength* dapat ditunjukkan pada Gambar 4.14 dan 4.15 berikut.

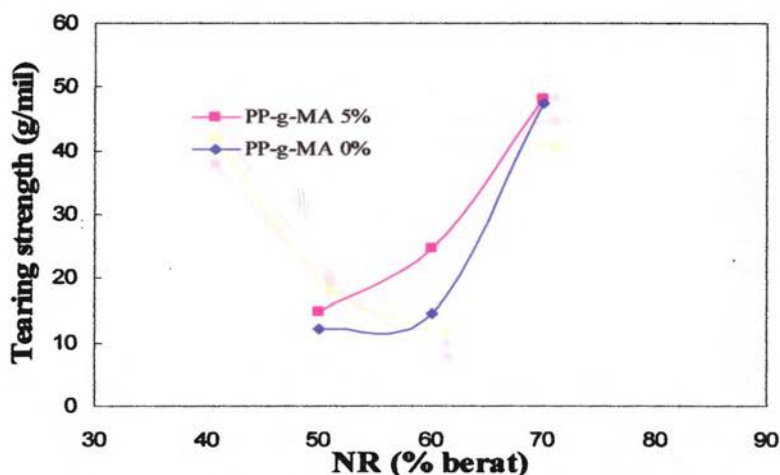


Gambar 4.14 Plot *Tearing Strength* terhadap komposisi *NR* dalam *blend NR/PP* dengan berbagai variabel KMnO_4

Dari Gambar 4.14 di atas menunjukkan *blend NR/PP* yang mengandung komposisi *NR* yang lebih tinggi akan meningkatkan nilai *tearing strength* sedangkan campuran TPE yang mengandung komposisi *PP* yang lebih tinggi akan menyebabkan penurunan nilai *tearing strength*. Hal ini dikarenakan *NR* memiliki sifat elastis sehingga dengan semakin tinggi komposisi *NR* dalam *blend NR/PP* maka gaya yang

diperlukan untuk menyobek material pada ketebalan tertentu juga semakin besar. Pengaruh persentase KMnO_4 dalam campuran TPE juga tidak signifikan hasilnya yang disebabkan oleh adanya komponen lain yang diduga terbentuk karena degradasi *NR* akibat pengaruh perlakuan awal fasa *NR* seperti yang terlihat pada analisa termal dengan DSC.

Hasil pengujian pengaruh penambahan *PP-g-MA* terhadap *tearing strength* ditunjukkan pada Gambar 4.15 sebagai berikut.



Gambar 4.15 Plot *Tearing Strength* terhadap komposisi *NR* dalam *blend NR/PP* dengan penambahan *PP-g-MA* dan tanpa *PP-g-MA*

Dengan adanya penambahan kompatibiliser *PP-g-MA* nilai *tearing strength* yang dihasilkan relatif tidak signifikan akan tetapi *tearing strength* pada campuran TPE dengan penggunaan *PP-g-MA* lebih baik daripada tanpa penggunaan *PP-g-MA*. Hal ini disebabkan karena peran *PP-g-MA* dalam fasa co-kontinu *NR* ini pun tidak akan begitu berpengaruh sehingga menghasilkan properti mekanik yang rendah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pengaruh perlakuan awal fasa NR ternyata tidak kompatibel untuk *blend* NR/PP yang dapat dilihat dalam beberapa analisa sebagai berikut :
 - a. Pada analisa morfologi *blend* NR/PP dengan menggunakan SEM, perlakuan awal fasa NR memberikan pengaruh yang kecil yang terlihat dari distribusi fasa NR yang tidak merata dalam matriks PP.
 - b. Pada analisa termal *blend* NR/PP menggunakan DSC, perlakuan awal fasa NR membuat campuran tidak homogen yang ditunjukkan oleh adanya 2 suhu transisi gelas (T_g) dan adanya komponen lain yang terbentuk dari perlakuan awal fasa NR yang disebabkan adanya degradasi NR oleh oksigen dari proses oksidasi fasa NR sehingga menyebabkan properti mekanik *blend* NR/PP rendah.
 - c. Pada uji mekanik didapatkan properti mekanik *blend* NR/PP yang rendah.
2. Pengaruh variasi penambahan KMnO_4 pada kompatibilitas *blend* NR/PP tidak terlalu signifikan. Akan tetapi perlakuan awal fasa NR dengan 2% berat KMnO_4 lebih baik daripada perlakuan awal fasa NR dengan 4% dan 6% berat KMnO_4 . Semakin besar persentase KMnO_4 maka NR yang terdegradasi akan semakin banyak sehingga menyebabkan properti mekanik rendah.
3. Properti *elongation at break* terbaik dari *blend* NR/PP dihasilkan pada *pretreatment* 2% berat KMnO_4 pada komposisi 80/20 dengan penambahan PP-g-MA 5%. Akan tetapi dilihat dari kemudahan proses pembuatan campuran TPE, *blend* NR/PP pada komposisi 70/30 dengan *tensile*

strength sebesar 1,4164 MPa dan **elongation at break** sebesar 97,225% mempunyai properti yang lebih baik.

V.2 SARAN

1. Perlu adanya analisa lebih lanjut untuk mempelajari degradasi NR pada NR yang telah ditreatment dengan menggunakan *Thermogravimetric Analysis (TGA)*.
2. Perlu adanya analisa lebih lanjut untuk mengetahui komponen lain yang terbentuk dari perlakuan awal fasa NR dengan menggunakan *X-Ray Diffraction Analysis (XRD)*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S., Abdullah, I., Sulaiman, C. S., Kohjiya, S. dan Yoon, J.R. 1994. "Natural Rubber-HDPE blends with liquid natural rubber as a compatibilizer: I. Thermal and Mechanical Properties", **Journal of Applied Polymer Science** 51/ pp. 1357 – 1363.
- Bahrudin. 2007. "Sifat Mekanik Polimer Komposit Natural Rubber-Polypropylene yang Menggunakan Kompatibiliser Maleated Polypropylene", **Majalah Polimer Indonesia** 2, hal 70-74.
- Bartczak, Z., A.S. Argon, R.E. Cohen, dan M. Weinberg,. 1999. "Toughness Mechanism in Semi-crystalline Polymer Blends: I. High-density Polyethylene Toughened with Rubbers", **Polymer**, 40, pp. 2331-2346.
- Borrajó, J., C.C.Riccardi, R.J.J. Williams, Z.Q. Cao, dan J.P. Pascault. 1995. "Rubber-modified Cyanate Esters : Thermodynamic Analysis of Phase Separation", **Polymers** 36, pp.3541-3547.
- Budiman, AFS. 1996. **The Future Development of Natural Rubber Production and Quality in Indonesian.**
- Coran, A.Y dan R. Patel. 2001. " Elastoplastic Compositions of Cured Diene Rubber and Polypropylene", **U.S Patent No. 4**, pp. 271.
- Fellahi, S dan Abacha, N. 2000. "Synthesis of PP-g-MAH and Evaluation of Its Effect on The Properties of Glass Fibres Reinforced Nylon 6 / Polypropylene Blends", **Polymer International** 49, pp. 519-527.
- Flory, P.J. 1953. **Principles of Polymer Chemistry.** Cornel University Press, London.
- Kuriakose, B., S.K. Chakraborty, dan S.K. DE. 1984. "Scanning Electron Microscopy Studies on Tensile Failure of Thermoplastic Elastomers from Polypropylene – Natural Rubber Blends". **Materials Chemistry and Physics** 12, pp. 157 – 170.

- Liu, H.S., C.P. Richart, J.L. Mead, dan R.G. Stacer. 2000. "Development of Novel Applications for Using Recycled Rubber in Thermoplastics", *Chelsea Center for Recycling and Economic Development* 18, pp. 8,16.
- Nakason, C., S. Saiwari, A. Kaesaman. 2006. "Thermoplastic Vulcanizates Based on Maleated Natural Rubber/Polypropylene Blends: Effect of Blend Ratios on Rheological, Mechanical, and Morphological Properties", *Polymer Engineering and Science* 46, pp.594-600.
- Octavia, V.R. dan Widodo. T. 2007. "Pengaruh Komposisi Kompatibiliser Maleated Polypropylene terhadap Properti Blend Natural Rubber dan Polypropylene yang diproses Secara Vulkanisasi Dinamik". *Skripsi jurusan Teknik Kimia*, Surabaya, ITS.
- Roeder, J., R.V.B. Olievera, D. Becker, M.W. Goncalves, V Soldi, dan A.T.N. Pires. 2005. "Compatibility Effect on The Thermal Degradation Behaviour of Polypropylene Blends with Polyamide 6, Ethylene Propylene Diene Copolymer and Polyurethane". *Polymer Degradation and Stability* 90, pp. 481- 487.
- Sabet, S.A. and S. Datta. 2000. *Thermoplastic Vulcanizates in Polymer Blends*, hal. 517-555, Vol 2, John Wiley & Sons.
- Stevens, Malcolm P. 1999. *Polymer Chemistry: an Introduction*. New York, Oxford University Press.
- Sumarno. 2006. *Diktat Teknologi Polimer*. Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Suratno, Basuki. 2000. *Perkembangan Teknologi Material Polimer Sebagai Material Engineering*. Surabaya, SNTM ITS.
- Tibor, Kelen. 1983. *Polymer Degradation*. USA, University of Akron.
- Tinker, A.J., R.D. Icenogle and I. Whittle. 1989. "Rubber World". *SPE ANTEC 2000 Proceedings* 199, pp 25-29
- Verdanila dan Mahardika. 2006. "Study Properti Polimer Blend Polypropylene dan Natural Rubber dengan Penambahan

Sulfur Sebagai Curative Agent”, Skripsi Jurusan Teknik Kimia, Surabaya, ITS.

Wulandari, A.S dan Setyaningsih, D. 2007. “Pengaruh Rasio Natural Rubber-Polypropylene terhadap Properti Polimer Blend Natural Rubber-Polypropylene”, Skripsi jurusan Teknik Kimia, Surabaya, ITS.

<http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/maleican.html>[28 Januari 2008]

<http://www.nano.ir/images/newsletter/n110/3144-2.JPG>

[29 Januari 2008]

APPENDIKS A

A. Perhitungan Kuat Tarik (*Tensile Strength*) dan *Elongation at Break* (ASTM D-638)

Kondisi Pengujian:

Kecepatan Pengujian	=	50	mm/menit
Kecepatan Recorder	=	200	mm/menit
Load Range	=	12,5	kg
Gage Length	=	25	mm
Tipe contoh uji	=	ASTM D-638 Tipe IV	
Jarak Jepit	=	64	mm

Contoh:

Rasio NR/PP = 50/50, 2% KMnO₄, PP-g-MA = 5%

Tebal = 1,2 mm

Lebar = 6,004 mm

F (yield) = 6,737 kg

L (yield) = 5,72 mm

$$\begin{aligned}
 \text{Tensile Strength} &= \frac{F}{\text{tebal} \times \text{lebar}} \\
 &= \frac{6,737 \text{ kg}}{(1,2 \times 6,004) \text{ mm}^2} \times 100 \\
 &= 93,5874 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 9,3587 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Elongation at Break} &= \frac{L}{\text{Gage Length}} \\
 &= \frac{5,72 \text{ mm}}{25 \text{ mm}} \times 100 \% \\
 &= 13,095 \%
 \end{aligned}$$

Hasil dari pengukuran kuat tarik (*tensile strength*) dan *elongation at break* dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel A.1. Data *Tensile Strength* dan *Elongation at Break*

Rasio NR/PP	KMnO ₄	PP-g- MA	Tebal (mm)	Lebar (mm)	F (kg)	L (mm)	Elongation at Break (%)	Tensile Strength (MPa)
50/50	2%	0%	1,706	6,024	7,06	9	12,563	6,869
60/40			1,76	6,082	2,808	5	9,375	2,623
70/30			1,754	6,232	1,363	27,27	80,865	1,248
80/20			1,811	6,183	1,760	145,25	335	1,572
50/50	2%	5%	1,2	6,004	6,737	5,72	13,095	9,359
60/40			1,721	6,109	29,175	5,755	14,7	2,786
70/30			1,729	6,229	1,527	38,46	97,225	1,416
80/20			1,796	6,254	0,546	219,7	359	0,486
50/50	4%	5%	1,795	6,084	6,144	4,165	10,304	5,634
60/40			1,865	6,031	3,114	6,71	17,675	2,779
70/30			1,751	6,188	1,457	33,485	91,85	1,344
80/20			1,833	6,174	0,792	188,7	337,65	0,699
50/50	6%	5%	1,789	6,061	6,408	7,315	6,898	5,905
60/40			1,751	6,048	31,235	5,1	10,728	2,969
70/30			1,752	6,229	0,998	33,415	78,51	0,916
80/20			1,978	6,252	0,681	149,35	335,65	0,553

B. Perhitungan Kuat Bentur (*Impact Strength*) (ASTM D-256)

Berat Pendulum (W) = 1,217 kg

Jarak axis ke pusat Gravity (R) = 12,7 cm

Sudut awal Pendulum (α) = 135°

Contoh:

Rasio NR/PP = 50/50, KMnO₄ = 2%, PP-g-MA = 5%

Tebal = 0,385 cm

Sudut yang dicapai (β) = 116°

Energi (E) = 4,7099 kg cm

$$\begin{aligned}
 \text{Impact Strength} &= \frac{E}{\text{Tebal}} \\
 &= \frac{4,7099 \text{ kg cm}}{0,385 \text{ cm}} \\
 &= 12,234 \text{ kg cm/cm}
 \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan impact strength dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel A.2. Data Kuat Bentur (*Impact Strength*)

Rasio NR/PP	KMnO ₄	PP-g-MA	Tebal (cm)	Angle (°)	Energi (kg cm)	Impact Strength (kg cm/cm)
50/50	2%	0%	0,365	117	4,4362	12,154
60/40			0,390	112	5,8274	14,942
50/50	2%	5%	0,385	116	4,7099	12,234
60/40			0,392	109,2	6,6292	16,911
50/50	4%	5%	0,373	114,5	5,125	13,740
60/40			0,370	112	5,8274	15,750
50/50	6%	5%	0,388	121	3,3662	8,676
60/40			0,365	113	5,5449	15,192

- C. Pengukuran Tingkat Kekerasan (*Hardness*) (ASTM D-2240)
 Hasil dari pengukuran hardness dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel A.3. Data Tingkat Kekerasan (*Hardness*)

Rasio NR/PP	KMnO ₄	PP-g-MA	Hardness (Shore A)
50/50	2%	0%	93,8333
60/40			84,1667
70/30			53,1667
80/20			21,1667
50/50	2%	5%	92,3333
60/40			83,1667
70/30			52,6667
80/20			11,5
50/50	4%	5%	88
60/40			81
70/30			52,6667
80/20			17,3333
50/50	6%	5%	89,3333
60/40			79,8333
70/30			45,8333
80/20			11,5

- D. Perhitungan Kuat Sobek (*Tearing Strength*) (ASTM D-1922)
 Contoh :
 Rasio NR/PP = 50/50, 2% KMnO₄, PP-g-MA = 5%

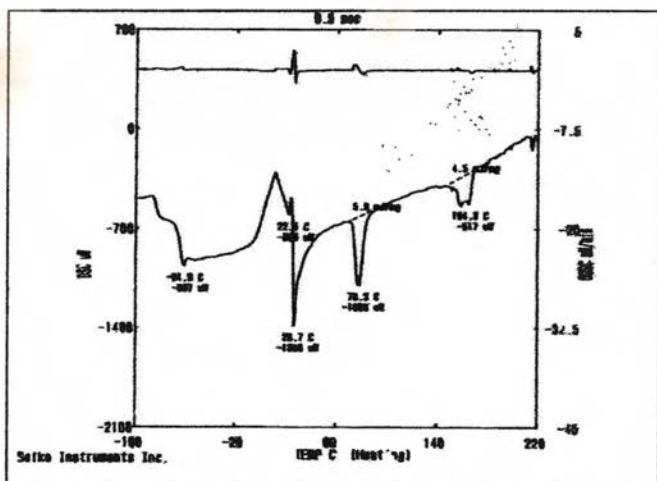
$$\begin{aligned}
 \text{Tearing Strength} &= \frac{\text{Beban}}{\text{Tebal}} \\
 &= \frac{300 \text{ g}}{19,364 \text{ mil}} \\
 &= 14,832 \text{ g/mil}
 \end{aligned}$$

Tabel A.4. Data Kuat Sobek (*Tearing Strength*)

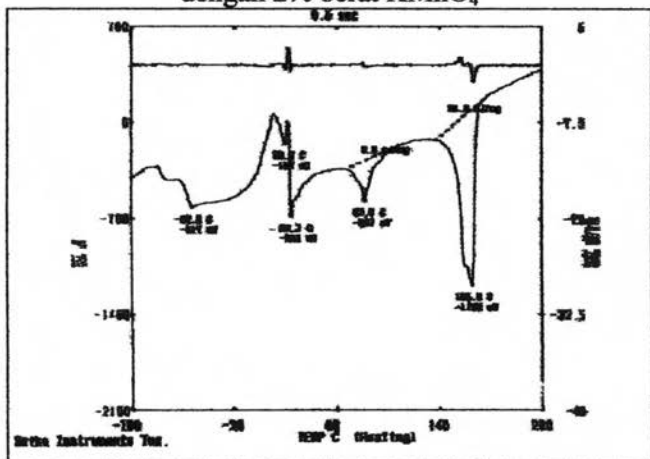
Rasio NR/PP	KMnO ₄	PP-g- MA	Tebal		Beban (g)	Tearing Strength (g/mil)
			μm	mil		
50/50	2 %	0 %	473,5	18,642	225	11,982
60/40			421,667	16,601	237,5	14,420
70/30			436,167	17,172	812,5	47,300
80/20			438,667	17,270	2825	163,501
50/50	2 %	5 %	491,833	19,364	300	14,832
60/40			413	16,260	400	24,614
70/30			414,5	16,319	787,5	48,240
80/20			410,667	16,168	812,5	50,326
50/50	4 %	5%	449,5	17,697	225	12,714
60/40			451,833	17,789	412,5	23,445
70/30			406,833	16,017	675	41,108
80/20			438	16,594	2025	124,283
50/50	6 %	5%	484,5	19,075	312,5	16,411
60/40			461	18,150	412	22,632
70/30			408,833	16,096	725	45,417
80/20			414,5	16,319	2875	176,483

APPENDIKS B

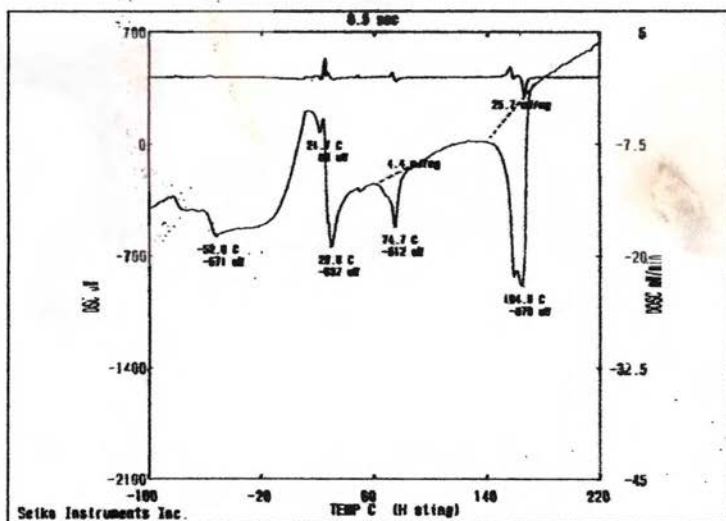
Pengukuran T_g dan T_m dengan DSC



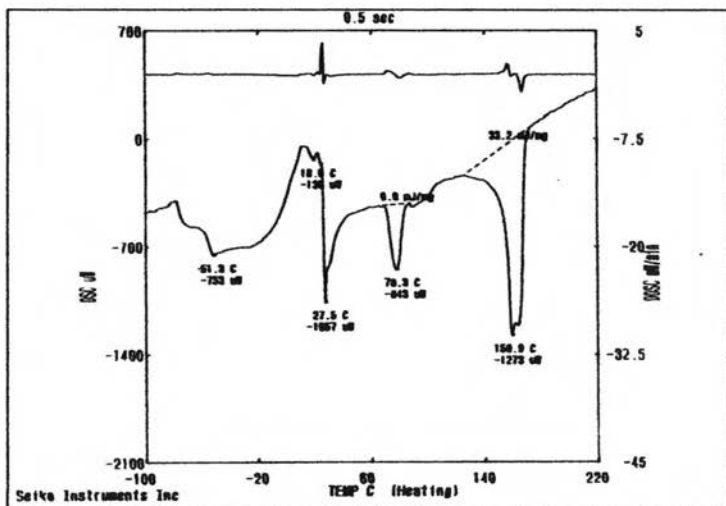
Gambar B.1 Thermogram NR dengan perlakuan awal fasa NR dengan 2% berat KMnO_4



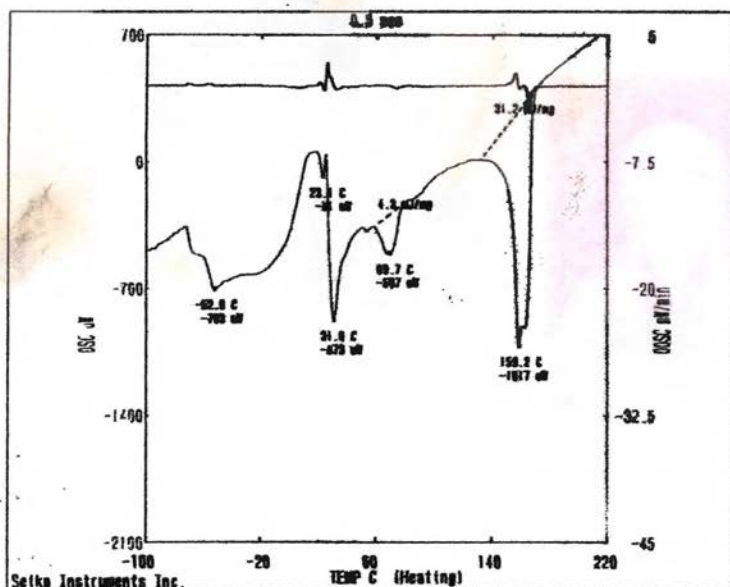
Gambar B.2 Thermogram *blend* NR/PP 70/30 tanpa PP-g-MA dengan perlakuan awal fasa NR dengan 2% berat KMnO_4



(a)



(b)



(c)

Gambar B.3 Thermogram *blend NR/PP 70/30 dengan PP-g-MA*
dengan berbagai variasi KMnO_4

a. 2% KMnO_4 , b. 4% KMnO_4 , c. 6% KMnO_4

BIOGRAFI PENULIS



CHRISAVITRI YULIHASTIWI dilahirkan di kota Surabaya pada tanggal 3 Juli 1985. Pernah menempuh pendidikan formal di SDN Sedati Gede I Sidoarjo, SLTPN 1 Waru-Sidoarjo, SMU Negeri 17 Surabaya, dan Prisma Profesional jurusan School of English. Masuk ITS di jurusan Teknik Kimia pada tahun 2004 melalui jalur SPMB. Penulis memilih Laboratorium Teknologi Material dan selanjutnya

mengerjakan skripsi ini pada bidang tersebut. Berkat dukungan orang tua, saudara dan teman-teman, penulis berhasil menyelesaikan program S-1 pada tahun 2008 dengan gelar Sarjana Teknik.

Di samping kuliah penulis juga aktif di bidang lain diantaranya Muda-Mudi Katolik (Organisasi di luar kampus), Keluarga Mahasiswa Katolik (KMK ITS), dan Pengajar Freelance di LBB Club Sinau dan privat, serta mengikuti kegiatan Program Kreatifitas Mahasiswa (PKM).

Data pribadi penulis

Nama	: Chrisavitri Yulihastiwi
Tempat /tanggal lahir	: Surabaya, 3 Juli 1985
Alamat	: Perum Griyo Mapan Sentosa FA IV/6 Waru - Sidoarjo
Agama	: Katolik
No handphone	: 085645423787
Email	: honey_jeciluv@yahoo.com

BIOGRAFI PENULIS



MARIA THEODORA D.A.W, lahir di kota Malang tanggal 4 April 1986. Pernah menempuh pendidikan formal di SDN 2 Farol Dili, Timor-Timur, SMPN 1 Dili, SLTPK St. Maria I Malang, dan SMUN 3 Malang. Setelah lulus SMA melanjutkan studinya di Teknik Kimia ITS Surabaya lewat jalur SPMB pada tahun 2004. Penulis memilih Laboratorium Material sebagai tempat

mengerjakan Skripsinya. Berkat dukungan orang tua, saudara dan teman-teman, penulis berhasil menyelesaikan program S-1 pada tahun 2008 dengan gelar Sarjana Teknik.

Di samping kuliah penulis juga aktif di Keluarga Mahasiswa Katolik (KMK ITS) dan Pia Vocalista (Organisasi diluar kampus), serta mengikuti kegiatan Pekan Kreativitas Mahasiswa.

Data pribadi penulis

Nama	: Maria Theodora D.A.W
Tempat /tanggal lahir	: Malang, 4 April 1986
Alamat	: Jl. Sapudi No 6 (PJKA) Malang
Agama	: Katolik
No handphone	: 085648133494
Email	: theodore44euy@yahoo.co.id