

**ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI PENGISI
TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT
POLIPROPILENA-SERBUK KAYU**

SKRIPSI

Oleh:

RIDWAN SYARIF

04 04 04 062 3



**DEPARTEMEN METALURGI DAN MATERIAL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

**ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI PENGISI
TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT
POLIPROPILENA-SERBUK KAYU**

SKRIPSI

Oleh:

RIDWAN SYARIF

04 04 04 062 3

**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**



**DEPARTEMEN METALURGI DAN MATERIAL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI PENGISI TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT POLIPROPILENA-SERBUK KAYU

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, Juli 2008

Ridwan yarif

NPM 04 04 04 062 3

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI PENGISI TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT POLIPROPILENA-SERBUK KAYU

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 8 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, Juli 2008

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia, M.Sc

NIP. 131 644 678

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia, M.Sc

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.

Dr. Asmu Wahyu Saptoraharjo

Ihsan Safari, S.Si, M.Si

Yuda Kelana

selaku pembimbing lapangan yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.

Nyai Astinah

H. Haerun Anwar & Hj. Siti Aisyah

Asnawi & Siti Mariam

beserta segenap keluarga besar

selaku orang tua dan keluarga yang dengan sepenuh hati telah bersedia mencurahkan cinta dan kasih sayangnya yang tak terbatas.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Material Komposit	4
2.1.1 Komposit Bermatriks Polimer (<i>Polymer Matrix Composite</i>)	4
2.1.2 Komposit Polimer-Kayu (<i>Wood Polymer Composite</i>).....	5
2.1.3 Pengaruh Jumlah Fraksi Volume Pengisi terhadap Sifat Komposit ..	6
2.2 Polimer	7
2.3 Polipropilena	8
2.3.1 Struktur Molekul Polipropilena	9
2.3.2 Karakteristik Umum Polipropilena	9
2.3.3 Viscoelastik.....	10
2.3.4 Kritalisasi dan Nukleasi	11
2.4 Kayu Karet	12
2.4.1 Kandungan Kimia Pohon Karet	14

2.4.1.1	Selulosa	14
2.4.1.2	Holoselulosa.....	15
2.4.1.3	Hemiselulosa.....	16
2.4.1.4	Lignin	16
2.5	Zat Penggabung (<i>Coupling Agent</i>).....	17
2.5.1	Kemampuan Pembasahan (<i>Wettability</i>)	18
2.5.2	Peran Zat Penggabung dalam Komposit PP-Serbuk Kayu	19
2.5.3	Kopolimer Cangkok Polipropilena-Anhidrida Maleat.....	20
2.6	Antioksidan	21
2.6.1	Degradasi pada Polimer	21
2.6.2	Mekanisme Kerja Antioksidan.....	22
2.7	<i>Penangkap Asam</i> (<i>Acid Scavenger</i>).....	24
2.7.1	Sisa Katalis hasil polimerisasi Ziegler-Natta	24
2.7.2	Calcium Stearat sebagai <i>Acid Scavanger</i>	27
2.8	Preparasi Sampel.....	28
2.8.1	<i>Pelletizing</i>	28
2.1.1.1	<i>Dry Blending (Mixing)</i>	29
2.1.1.2	<i>Hot Blending (Pelletizing)</i>	30
2.1.1.3	<i>Cooling bath</i>	32
2.1.1.4	<i>Strand Pelletizer</i>	32
2.8.2	Pencetakan Injeksi (<i>Injection Molding</i>)	32
BAB III METODOLOGI.....		35
3.1	Metodologi Pengujian	35
3.1.1	Diagram Alir Formulasi	35
3.1.2	Diagram Alir Pengujian	36
3.1.3	Formulasi	36
3.2	Spesifikasi Bahan.....	37
3.1.1	Resin PP	37
3.1.2	Serbuk Kayu.....	38
3.1.3	Zat Penggabung (<i>Coupling agent</i>)	38
3.1.4	Zat Penangkap Asam (<i>Acid Scavanger</i>).....	39
3.1.5	Anti Oksidan	39

3.3	Preparasi Sampel.....	40
3.3.1	Pengayakan	40
3.3.1.1	Informasi Umum	40
3.3.1.2	Kondisi Operasi.....	41
3.3.1.3	Prosedur Pengayakan	41
3.3.2	Pengovenan	41
3.3.2.1	Informasi Umum	41
3.3.2.2	Kondisi Operasi.....	41
3.3.2.3	Prosedur Peng-oven-an	42
3.3.3	Penimbangan.....	42
3.3.3.1	Informasi Umum.....	42
3.3.3.2	Kondisi Operasi.....	42
3.3.3.3	Prosedur Penimbangan.....	42
3.3.4	<i>Dry Blending</i>	43
3.3.4.1	Informasi Umum	43
3.3.4.2	Kondisi Operasi.....	43
3.3.4.3	Prosedur proses	43
3.3.5	<i>Pelletizing</i>	43
3.3.5.1	Informasi Umum	43
3.3.5.2	Kondisi Operasi.....	43
3.3.5.3	Prosedur Pembuatan Pellet.....	44
3.3.6	<i>Injection Molding</i>	44
3.3.6.1	Informasi Umum Pengujian	44
3.3.6.2	Kondisi Operasi.....	44
3.3.6.3	Prosedur Pembuatan Spesimen	45
3.4	Pengujian.....	45
3.4.1	<i>Differential Scanning Calorimeter (DSC)</i>	45
3.4.1.1	Informasi Umum Pengujian	45
3.4.1.2	Kondisi Operasi.....	45
3.4.1.3	Prosedur Pengujian	46
3.4.2	<i>Melt Flow Rate (MFR)</i>	46
3.4.2.1	Informasi Umum Pengujian	46

3.4.2.2	Kondisi Operasi.....	46
3.4.2.3	Prosedur Pengujian	47
3.4.3	<i>Tensile Strength</i>	47
3.4.3.1	Informasi Umum Pengujian	47
3.4.3.2	Kondisi Operasi.....	48
3.4.3.3	Prosedur Pengujian	48
3.4.4	Uji Fleksural.....	49
3.4.4.1	Informasi Umum Pengujian	49
3.4.4.2	Kondisi Operasi.....	50
3.4.4.3	Prosedur Pengujian	50
3.4.5	<i>Izod Impact Stength</i>	50
3.4.5.1	Informasi Umum Pengujian	50
3.4.5.2	Kondisi Operasi.....	51
3.4.5.3	Prosedur Pengujian	51
3.4.6	Pengujian Kekerasan.....	52
3.4.6.1	Informasi Umum Pengujian	52
3.4.6.2	Kondisi Operasi.....	52
3.4.6.3	Prosedur Pengujian	52
3.4.7	SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	53
3.4.7.1	Informasi Umum Pengujian	53
3.4.7.2	Kondisi Operasi.....	53
3.4.7.3	Prosedur Pengujian	53
BAB IV	HASIL PENELITIAN	55
4.1	Hasil Preparasi Sampel	55
4.2	Hasil DSC (<i>Differential Scanning Calorimeter</i>).....	57
4.3	Hasil MFR (<i>Melt Flow Rate</i>)	57
4.4	Hasil Uji Tarik	58
4.5	Hasil Uji Fleksural	59
4.6	Hasil Impak Bertakik	59
4.7	Hasil Kekerasan	60
4.8	Hasil EDX.....	60
BAB V	PEMBAHASAN DAN DISKUSI.....	62

5.1 Pengaruh Persentase Berat Serbuk Kayu Terhadap Perubahan Sifat Thermal WPC	62
5.2 Pengaruh Persentase Berat Serbuk Kayu Terhadap Sifat Kemampuan Aliran WPC.....	65
5.3 Pengaruh Persentase Berat Serbuk Kayu Terhadap Sifat Mekanik WPC.	68
5.4 Analisa Permukaan Patahan dan Kekuatan Ikatan.....	75
5.5 Analisis Kontaminan.....	78
BAB VI KESIMPULAN	81
DAFTAR ACUAN	82
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN.....	87



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komposit partikel.....	6
Gambar 2. 2 Bentuk molekul rantai polimer lurus (kiri) dan bercabang (kanan) ...	8
Gambar 2. 3 Struktur rantai polimer semikristalin yang terdiri dari fasa amorf dan fasa kristalin.	9
Gambar 2. 4 Struktur kimia monomer propilena	9
Gambar 2. 5 Struktur sperulit yang tersusun dari fasa kristalin berlapis	12
Gambar 2. 6 Struktur jaringan pada serat kayu.....	14
Gambar 2. 7 Struktur kimia selulosa dalam bentuk polimer (kiri) dan monomer (kanan)	15
Gambar 2. 8 Struktur kimia monomer hemiselulosa	16
Gambar 2. 9 Struktur kimia senyawa kompleks lignin	17
Gambar 2. 10 Kesetimbangan tiga permukaan dalam kondisi wetting.....	18
Gambar 2. 11 Pencangkokan maleat anhidrate pada karbon tersier PP.....	20
Gambar 2. 12 Struktur kimia molekul PPMA, dimana molekul-anhidrida-maleat-nya tercangkok pada ujung rantai polipropilena.	20
Gambar 2. 13 Reaksi antara gugus anhidrida pada PPMA dengan gugus hidroksil pada permukaan kayu.	21
Gambar 2. 14 Pengikatan bagian Maleat Anhidrat dari PPMA dengan gugus hidroksil kayu dan bagian PP dari PPMA dengan matriks PP.....	21
Gambar 2. 15 Mekanisme sirkulasi degradasi polimer	22
Gambar 2. 16 Struktur kimia $TiCl_3$ dan $Al(C_2H_5)_2Cl$	25
Gambar 2. 17 $TiCl_5$ di permukaan kristal $\alpha-TiCl_3$, memiliki satu orbital kosong.	25
Gambar 2. 18 Reaksi katalis dengan kokatalis.....	26
Gambar 2. 19 Infiltrasi Propilena dalam senyawa kompleks.....	26
Gambar 2. 20 Terjadinya perubahan struktur kimia akibat perpindahan electron ketika proses polimerisasi polipropilena.....	26
Gambar 2. 21 Reaksi propagasi polimerisasi.....	27

Gambar 2. 22 Reaksi Terminasi.....	27
Gambar 2.23 Struktur kalsium stearat.....	28
Gambar 2.24 Mesin Extruder.....	30
Gambar 2. 25 Mesin pencetakan injeksi	33
Gambar 2.26 Prinsip Kerja Pencetakan injeksi.....	34
Gambar 2.27 Ilustrasi tahapan pencetakan injeksi.....	34
Gambar 3. 1 Diagram alir preparasi sampel.....	35
Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian.....	36
Gambar 3. 3 Ilustrasi pembagian zone temperatur pada mesin <i>twin screw extruder</i>	44
Gambar 3. 4 Ilustrasi pembagian zone temperatur pada mesin	45
Gambar 3. 5 Sampel Uji Tarik	48
Gambar 3. 6 Sampel Pengujian Fleksural.....	49
Gambar 3. 7 Spesimen Pengujian Impak-Izod.....	51
Gambar 3. 8 Spesimen Pengujian Kekerasan	52
Gambar 4. 1 Serbuk WPC.....	55
Gambar 4. 2 Pellet WPC memiliki permukaan yang kasar.....	56
Gambar 4. 3 Perbedaan warna pada pellet WPC (a) dan spesimen hasil injeksi (b)	56
Gambar 4. 4 Titik penambakan EDX pada serbuk kayu dan matriks WPC sample F2 (a), F3 (b), dan F4 (c) yang dianalisis melalui SEM menggunakan detektor <i>Back Scatter Electron</i>	61
Gambar 5. 1 Grafik pengaruh persentase serbuk kayu terhadap suhu kristalisasi	62
Gambar 5. 2 Struktur kristal terbentuk disekitar permukaan serat kayu, diamati dengan Mikroskop optik. ^[44]	63
Gambar 5. 3 Grafik pengaruh persentase serbuk kayu terhadap suhu leleh	64
Gambar 5. 4 Grafik pengaruh persentase serbuk kayu terhadap MFR	65
Gambar 5. 5 Grafik ilustrasi <i>stress</i> versus <i>strain</i>	66
Gambar 5. 6 Hasil lelehan WPC hasil pengujian MFR	67
Gambar 5. 7 Grafik pengaruh persentase serbuk kayu terhadap modulus tarik....	68
Gambar 5. 8 Spesimen uji tarik yang telah terdeformasi dan patah.....	68

Gambar 5. 9 Grafik pengaruh persentase serbuk kayu terhadap elongasi	70
Gambar 5. 10 Mekanisme deformasi material semikristalin; ketika diberi pembebanan tarik, terjadi peregangan pada fasa amorf.	70
Gambar 5. 11 Grafik pengaruh persentase serbuk kayu terhadap kekuatan flexural	71
Gambar 5. 12 Grafik pengaruh persentase serbuk kayu terhadap modulus flexural	72
Gambar 5. 13 Grafik pengaruh persentase serbuk kayu terhadap ketahanan impak.....	73
Gambar 5. 14 Spesimen uji impact yang telah terdeformasi dan patah.....	73
Gambar 5. 15 Grafik pengaruh persentase serbuk kayu terhadap kekerasan.....	75
Gambar 5. 16 Pembasahan matriks terhadap serbuk kayu di permukaan WPC hasil analisis SEM.....	75
Gambar 5. 17 Reaksi antara gugus anhidrida pada PPMA dengan gugus hidroksil pada permukaan kayu.	76
Gambar 5. 18 Matriks PP menjerat PP pada PPMA sehingga terbentuk ikatan interlocking.....	76
Gambar 5. 19 Permukaan Patahan Impact WPC hasil analisis menggunakan SEM	77
Gambar 5. 20 Grafik kandungan kimia pada serbuk kayu.....	78
Gambar 5. 21 Grafik kandungan kimia pada matriks	79

DAFTAR TABEL


Tabel 2. 1 Nomenklatur botani tanaman karet.....	13
Tabel 3.1 Tabel formulasi	36
Tabel 3.2 Spesifikasi pellet polipropilena.....	37
Tabel 3.3 Nomenklatur botani tanaman karet.....	38
Tabel 3.4 Sifat-sifat Licocene PPMA	38
Tabel 3.5 Sifat-sifat Palmstar CaSt.....	39
Tabel 3.6 Sifat-sifat CN-CAT [®] A-1010.....	40
Tabel 3.7 Sifat-sifat CN-CAT [®] A-168.....	40
Tabel 3.8 Sifat-sifat CN-CAT [®] B-215.....	40
Tabel 4. 1 Hasil pengujian DSC.....	57
Tabel 4. 2 Hasil pengujian MFR.....	58
Tabel 4. 3 Hasil pengujian tarik	59
Tabel 4. 4 Hasil pengujian fleksural	59
Tabel 4. 5 Hasil pengujian impak	60
Tabel 4. 6 Hasil pengujian kekerasan	60
Tabel 4. 7 Hasil analisis EDX.....	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil uji tarik	88
Lampiran 2 Hasil uji fleksural.....	94
Lampiran 3 Hasil uji impak.....	99
Lampiran 4 Hasil EDX.....	104



DAFTAR SINGKATAN



BSE	Back Scatter Electron
DSC	<i>Differential Scanning Calorimeter</i>
EDX	<i>Energy Dispersive X-ray</i>
F1	Formulasi Satu
F2	Formulasi Dua
F3	Formulasi Tiga
F4	Formulasi Empat
F5	Formulasi Lima
MFR	<i>Melt Flow Rate</i>
PP	Polipropilena
SE	<i>Secondary Electron</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscopy</i>
T _g	Temperatur glass
T _{kris}	Suhu kristalisasi
T _m	Suhu leleh
WPC	<i>Wood Polymer Composite</i>