



**PERBANDINGAN KETEBALAN SERAT DALAM MENINGKATKAN
KUALITAS KOMPOSIT POLIPROPILEN DAUR ULANG DENGAN
METODE CETAK TEKAN**

**(Zulnazri, Rozanna Dewi, Jurusan Teknik Kimia Fak. Teknik Univ.
Malikussaleh)**

ABSTRAK

Komposit berkualitas tinggi dapat dibuat dari kombinasi polymer polypropilen (PP) dengan *fiber glass*, yang diikat oleh *anhidrat maleat* sebagai *coupling agent*. Polypropilen merupakan polymer termoplastik yang elastis dan mudah dibentuk dengan cara pemanasan, dimana polymer ini memiliki titik leleh 167 °C. Dalam penelitian ini polypropilen yang digunakan sebagai matrik adalah material bekas dari kemasan plastic aqua gelas dan fiber glass yang digunakan sebagai bahan *interface* adalah bahan teknis dalam bentuk *Chopped Strand Matt* (CSM). Material plastik bekas tersebut didaur ulang dengan cara pemanasan sedangkan *fiber glass* dipotong sesuai dengan ukuran cetakan dan spesimen berdasarkan ASTM D638 type IV. Kemudian bahan-bahan tersebut dicampur untuk dicetak dalam *Hot Press*. Kualitas komposit yang diperoleh berdasarkan perbandingan ketebalan *fiber glass* yang digunakan yaitu : untuk komposit 1 lapis *fiber glass* dengan konsentrasi *anhidrat maleat* 6 dan 7 % diperoleh *tensile strength* sebesar 228,57 dan 221,43 Mpa, sedangkan untuk komposit dengan 2 lapis *fiber glass* diperoleh *tensile strength* 292,86 dan 300,00 Mpa. Penelitian ini menunjukkan bahwa anhidrat maleat yang digunakan sebagai bahan pengikat antara fiber glass dengan PP bekerja maksimal sehingga membentuk ikatan silang, dimana ikatan silang ini dapat terbentuk dengan adanya bantuan senyawa peroksida sebagai inisiator yang membuka ikatan C-H pada PP sehingga membentuk radikal +R-OH.

Kata Kunci : Komposit, Termoplastik, Polipropilen (PP), Fiber Glass, Coupling Agent

PENDAHULUAN

Komposit secara umum banyak dikenal sebagai bahan dengan gabungan dua atau lebih komponen yang berbeda untuk menghasilkan sifat dan ciri-ciri spesifik yang tidak dapat dicapai salah satu komponen tanpa dipadukan dengan bahan lainnya. Banyak contoh bahan komposit untuk aplikasi yang berbeda-beda, dalam penelitian ini digunakan plastik berpenguat, dimana unsur-unsur penguat atau bahan pengisi yang digunakan adalah serat kaca atau *fiber glass*. Serat-serat

ini berbeda dengan partikel lain, bila diujarkan akan memberikan sifat-sifat anisotropik pada produknya. Penguat yang demikian juga mempunyai pengaruh penting pada kekuatan retak komposit. Kekuatan ikatan antara berbagai komponen dalam komposit mempunyai pengaruh yang berarti pada sifat-sifatnya. (Kalpakjian 1984).

Banyak teknik yang digunakan dalam pembuatan komposit yang memadukan sifat-sifat yang diinginkan dari dua bahan. Disatu sisi, bahan dua fase juga merupakan komposit, tetapi secara umum komposit menyatakan suatu struktur yang terbuat dari dua bahan awal yang berbeda, dimana identitas keduanya terpertahankan sampai komponen terbentuk sepenuhnya. (Schey 1987).

Komposit merupakan gabungan antara matrik dengan bahan pengisi (*interface*) yang memiliki sifat-sifat mekanis dan termal yang lebih bagus dari sifat dasar bahan tunggal. Matrik merupakan bahan dasar atau bahan utama dalam pembuatan komposit, sedangkan *Interface* merupakan bahan penguat yang dicampur atau dilapisi diantara matrik yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan daya tahan suatu bahan. *Interface* dapat berupa serbuk maupun serat, *interface* yang digunakan berupa serat buatan yaitu serat kaca (*fiber glass*). *Fiber glass* merupakan suatu serat buatan yang paling baik digunakan sebagai bahan *interface* karena tidak memiliki titik lebur yang sesungguhnya, serat ini menjadi lunak pada temperatur 2000°C, memiliki daya tahan yang lama, sehingga bila dilelehkan pada suhu tinggi bersama matrik, serat tersebut tidak ikut meleleh.

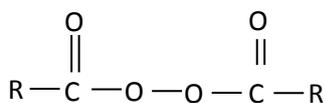
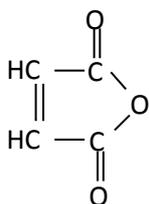
Matrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah plastik *polypropilena* (PP) yang merupakan kelompok termoplastik, dimana termoplastik merupakan kelompok plastik yang memiliki titik leleh dan dapat didaur ulang dengan cara pemansan, plastik-plastik tersebut diambil dari kemasan air mineral bekas atau yang dipungut dari limbah plastik, plastik ini merupakan salah satu limbah polimer yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme pengurai, tidak dapat menyerap air dan tidak dapat berkarat, sehingga penumpukan limbah plastik dilingkungan hidup terus bertambah seiring dengan bertambahnya kebutuhan manusia. Pemanfaatan kembali limbah plastik jenis termoplastik ini disamping dijadikan sebagai produk komposit, juga merupakan suatu upaya untuk

meminimisasi limbah plastik dilingkungan hidup, plastik ini akan dijadikan sebagai matrik dalam pembuatan komposit yang memiliki kualitas yang tinggi

Polypropilena (PP) merupakan polimer kelompok termoplastik yang mudah untuk didaur ulang karena mudah dilelehkan, tidak kaku serta sangat elastis. Polimer plastik ini memiliki titik leleh 167 °C dengan suhu transisi glass 5 °C, dan elongasi atau perpanjangan 100-600%.

Untuk meningkatkan kualitas produk komposit ditambahkan bahan pengikat (*coupling agent*) yang bertujuan untuk meningkatkan daya adhesi antara matrik dengan *interface* sehingga komposisi komposit semakin kuat. Penggunaan Coupling agent akan membentuk ikatan silang antara satu jenis material dengan material lainnya sehingga komposit semakin kuat. Coupling agent yang mudah membentuk ikatan silang antara polimer adalah anhidrat maleat. Anhidrat maleat adalah senyawa yang akan membentuk ikatan silang antara polimer dengan polimer lainnya, ikatan silang dapat juga terjadi antara fiber glass dengan polimer PP, dimana ikatan silang ini dapat terbentuk dengan adanya bantuan senyawa peroksida sebagai inisiator yang membantu membuka ikatan C-H pada PP sehingga membentuk radikal +R-OH.

Anhidrat maleat merupakan senyawa vinil tidak jenuh dengan berat molekul 96,06 gr/mol, larut dalam air, meleleh pada suhu 57,6°C, mendidih pada 202°C dan spesifik gravity 1,5. senyawa ini memiliki memiliki ikatan etilenik dengan gugus karboksil didalamnya, ikatan ini berperan dalam reaksi addisi.



Peroksida merupakan senyawa yang berfungsi sebagai inisiator dalam proses polimerisasi dan pembentukan ikatan silang dalam berbagai polimer, senyawa peroksida dapat juga digunakan sebagai pembentuk radikal bebas.

Dalam penelitian ini diperoleh produk komposit dalam bentuk papan komposit (lihat gambar 1), tensile strength yang diperoleh untuk penggunaan 1 lapis fiber glass 228,57 Mpa, sedangkan pada invensi sebelumnya tidak menggunakan coupling agent diperoleh tensile strength 142,50 Mpa untuk 1 lapis fiber glass.

Penelitian ini bertujuan untuk untuk meningkatkan kualitas produk komposit sebagai bahan teknik yang dibuat dari limbah plastik PP dengan menggunakan penguat fiber glass dan bahan pengikat anhidrat maleat serta peroksida sebagai bahan inisiasi.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : Media cetak untuk pembuatan matrik dan komposit, Aluminium foil, Alat Pengepresan dan Alat pengujian kualitas : Alat Uji Tarik Statis, Digytal Microscopy, Difrensial Scaning Calorimetri (DSC).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : Serat kaca (*fiber glass*), kemasan plastik bekas golongan termoplastik yang terdiri dari PP dan polimer komersial PP sebagai bahan pembanding untuk menguji kualitas, minyak hidrokarbon sebagai *softening agent*.

Prosedur Kerja

Metode pembuatan komposit dari limbah plastik PP dilakukan pada temperatur leleh 160 °C dan waktu pengepresan selama 15 menit. Konsentrasi bahan untuk memperkuat ikatan antara fiber glass dengan matrik pp digunakan dengan perbandingan sebagai berikut :

Anhidrat maleat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Benzoil peroksida	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10

Komposit yang dibuat dengan ukuran (115 x 115) mm dan ketebalan 2 mm, dibuat dalam cetakan yang dilapisi dengan serat diantara dua matrik, lalu dipanaskan dengan temperatur leleh 160 °C dengan waktu pengepresan selama 15 menit. *Fiber glass* dalam bentuk Chopped Strand Matt (CSM) dipotong dengan ukuran sesuai dengan cetakan dan ASTM.

Pengujian kekuatan tarik (tensile strength) dan elongasi

Kekuatan tarik merupakan salah satu sifat penting yang sering digunakan untuk karakterisasi polimer. Banyak polimer selama deformasi, spesimen mulai memanjang tidak seragam.

- Perhit Tegangan/ Tensile Strength (Mpa) menggunakan ASTM D638 type IV
Tebal spesimen : 2 mm :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

dimana : F = Gaya (N)
A = Luas penampang (mm²)
A = Tebal spesimen (mm) x Lebar spesimen (mm)

- Elongasi (%) :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \times 100$$

ΔL = Pertambahan panjang (mm)
L = Panjang awal (mm)

- Modulus Elastis (Mpa) :

$$y = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Analisa Permukaan Patah (*Fractografi*)

Analisa permukaan disebut juga dengan fraktografi yang merupakan suatu analisis yang melibatkan radiasi pada permukaan dengan sumber energi (foton, electron dan ion) yang cukup untuk menembus dan menimbulkan beberapa jenis transisi yang menghasilkan emisi dari permukaan berkas energi yang di analisis. Sampel komposit yang di analisa dengan metode ini harus mempunyai permukaan dengan konduktivitas tinggi, tetapi tidak mempunyai batas dalam hal ketebalan.

Analisis Thermal dengan Difrensial Scaning Calorimetri (DSC)

Analisa sifat-sifat termal umumnya dilakukan dengan menggunakan Difrensial Scaning Calorimetri (DSC) dan Difrensial Thermal Analisis (DTA). DSC merupakan metode pilihan untuk penelitian kuantitatif terhadap transisi thermal dalam suatu polimer yang digunakan akhir-akhir ini yang menggantikan metode DTA. Dalam metode ini suatu sample polimer dan referensi inert dipanaskan biasanya dalam atmosfer nitrogen dan kemudian transisi thermal dalam sample tersebut dideteksi dan diukur. Ketika terjadi suatu transisi dalam sampel tersebut, misalnya transisi gelas atau reaksi ikat silang, temperatur sampel akan tertinggal dibelakang temperatur referensi jika transisi tersebut endotermik dan akan mendahului jika transisi tersebut eksotermik. Dengan DSC, sampel dan referensi diberikan dengan pemanasnya masing-masing, dan energi disuplai untuk menjaga temperatur sampel dan referensi tetap konstan. Dalam hal ini perbedaan daya listrik antara sampel dan referensi ($d\Delta Q/dt$) dicatat. (Stevens 1989).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perhitungan Nilai Uji Kekuatan Tarik

Tabel 5.1 Perbandingan kekuatan Uji Tarik Komposit 1 lapis dengan 2 lapis Serat Fiber Glass

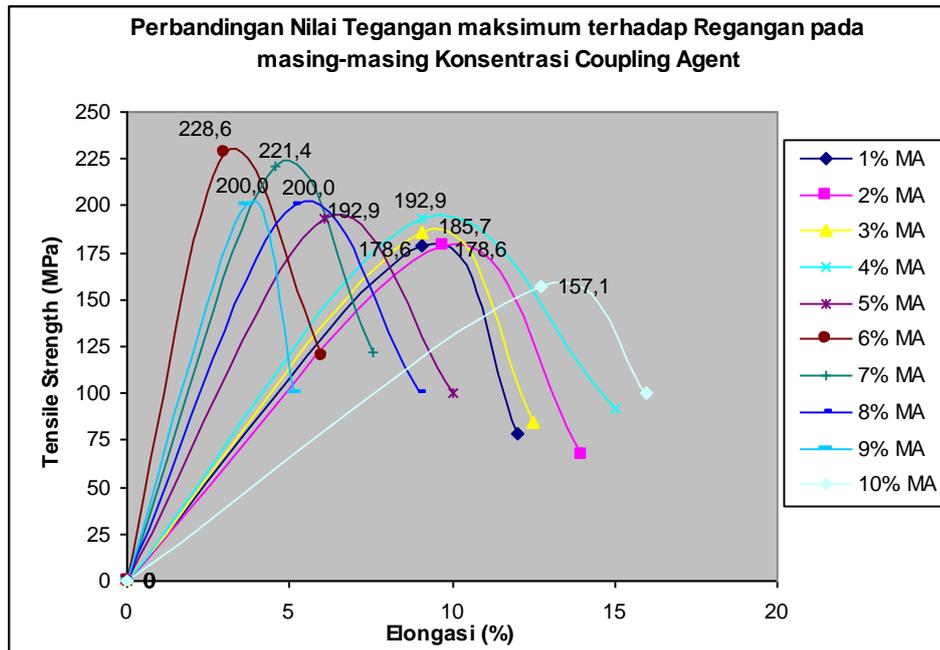
Ketebalan Serat	Komposisi Coupling Agent		Tensile strength (Mpa)	Elongasi (%)
	% Peroksida	% Anhidrat Maleat		
1 Lapis	0,01	1	178,57	9,09
	0,02	2	178,57	9,70
	0,03	3	185,71	9,09
	0,04	4	192,86	9,09
	0,05	5	192,86	6,06
	0,06	6	228,57	3,03
	0,07	7	221,43	4,55

	0,08	8	200,00	5,15
	0,09	9	200,00	3,64
	0,10	10	157,14	12,73
2 Lapis	0,01	1	200,00	12,12
	0,02	2	214,29	10,61
	0,03	3	228,57	9,09
	0,04	4	228,57	9,09
	0,05	5	235,71	7,58
	0,06	6	292,86	6,06
	0,07	7	300,00	4,55
	0,08	8	250,00	7,88
	0,09	9	228,57	9,09
	0,10	10	178,57	13,64

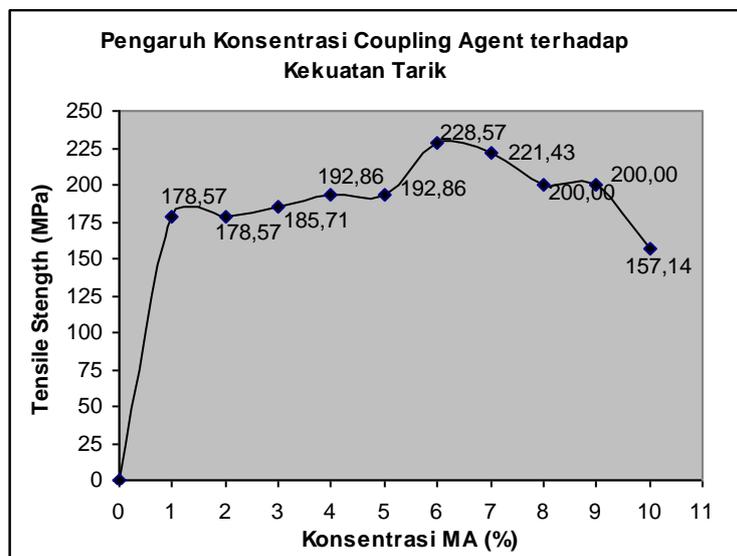
5.1 Analisa Hasil Uji Kekuatan Tarik

5.4.1 Hasil Uji Tarik Komposit PP untuk 1 lapis Fiber Glass

Dari gambar 5.4 dibawah terlihat bahwa untuk konsentrasi anhidrat maleat 6 % memiliki nilai tegangan yang paling tinggi yaitu 228,57 Mpa, ini menunjukkan sebagai nilai kekuatan tarik yang maksimum yang diperoleh untuk komposit PP. Dimana anhidrat maleat yang digunakan sebagai bahan pengikat antara fiber glass dengan PP bekerja maksimal sehingga membentuk ikatan silang.dengan nilai tegangan atau kekuatan tarik sebesar itu maka komposit yg dibuat sudah cukup kuat dan tidak mudah patah serta memenuhi syarat-syarat sebagai komposit. Sedangkan regangan atau elongasi yang diperoleh pada saat tegangan maksimum 3,03 % ini juga menunjukkan komposit yang kuat dimana semakin tinggi nilai tegangannya maka regangan atau elongasi semakin rendah.



Gambar 5.4 Perbandingan nilai tegangan dengan regangan terhadap konsentrasi coupling agent pada komposit 1 lapis serat.

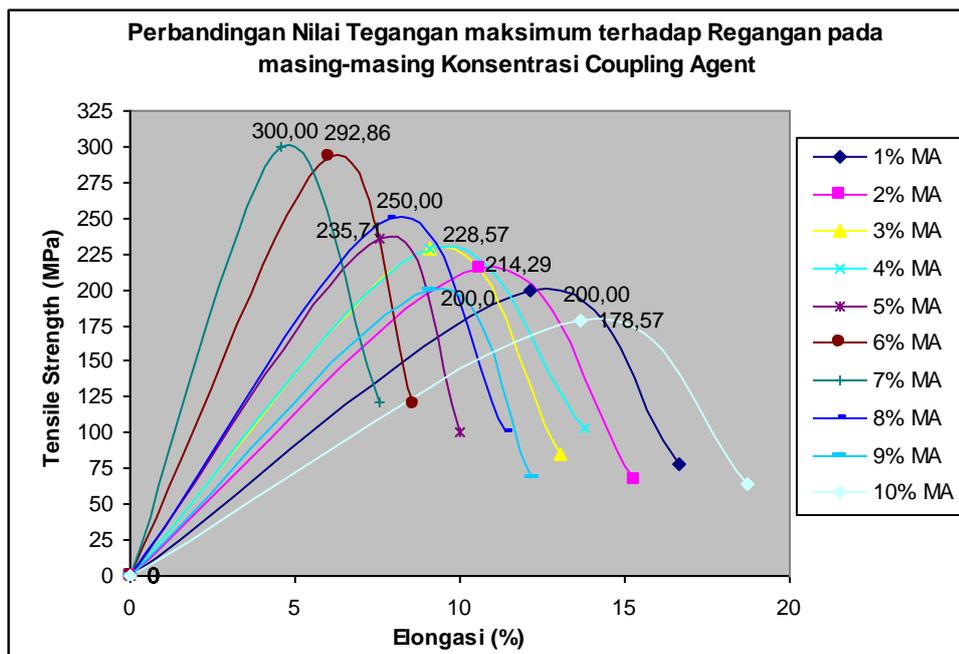


Gambar 5.5 Pengaruh konsentrasi coupling agent terhadap tegangan (tensile strength) pada komposit 1 lapis serat.

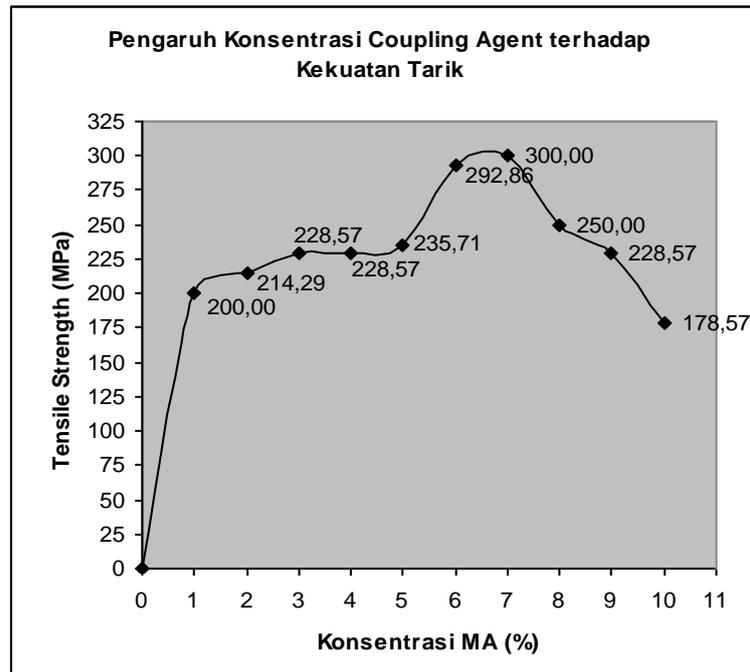
5.4.2 Hasil Uji Tarik Komposit PP untuk 2 lapis Fiber Glass

Dari gambar 5.6 dibawah terlihat nilai tegangan yang paling tinggi diperoleh pada penggunaan coupling agent anhidrat maleat 7 % dan peroksida 0,07 % dengan nilai tegangan sebesar 300,00 Mpa, hal ini juga dapat dilihat pada

gambar 5.7. Ini menunjukkan sebagai nilai kekuatan tarik yang maksimum yang diperoleh untuk komposit PP. Dimana anhidrat maleat yang digunakan sebagai bahan pengikat antara fiber glass dengan PP bekerja maksimal sehingga membentuk ikatan silang.dengan nilai tegangan atau kekuatan tarik sebesar itu maka komposit yg dibuat sudah cukup kuat dan tidak mudah patah serta memenuhi syarat-syarat sebagai komposit. Sedangkan regangan atau elongasi yang diperoleh pada saat tegangan maksimum seperti terlihat pada gambar 5.6 dibawah ini adalah 4,55 % ini juga menunjukkan komposit yang dibuat sangat kuat karena semakin tinggi nilai tegangan yang diperoleh maka regangan semakin rendah dan menunjukkan komposit tersebut semakin kaku dan tidak mudah dipatahkan.



Gambar 5.6 Perbandingan nilai tegangan dengan regangan terhadap konsentrasi coupling agent pada komposit 2 lapis serat.



Gambar 5.7 Pengaruh konsentrasi coupling agent terhadap tegangan (tensile strength) pada komposit 2 lapis serat.

5.2 Analisis Permukaan Patah (*Fractografi*)

Dari gambar dibawah terlihat struktur permukaan dan bentuk putus (*faset*) dari PP akibat *deformasi* tarik tergolong dalam bentuk *getas* yaitu putus jenis pembelahan yang terjadi sepanjang bidang kristalogi (Dieter, 1986). Dari uraian diatas menunjukkan struktur permukaan dan bentuk putus dari komposit ini sangat bagus sehingga kekuatan komposit lebih tinggi karena telah terjadi peningkatan adhesi antara permukaan matrik dengan serat ketika digunakan anhidrat maleat sebagai bahan pengikat yang membentuk kopling antara PP dengan fiber glass.



5.3 Analisis Termal

Salah satu karakteristik terpenting dari polimer adalah perubahan yang terjadi selama transisinya dari padat ke cair. Ketika suatu polimer dipanaskan energi kinetik molekul-molekulnya bertambah. Namun gerakannya masih dibatasi sampai vibrasi dan rotasi daerah pendek sepanjang polimer tersebut mampu mempertahankan struktur polimernya. Ketika suhu lebih dinaikkan lagi maka muncul satu batasan dan perubahan yang jelas dimana polimer tersebut melepaskan sifat-sifat gelasnya membentuk elastomer, yang disebut dengan temperatur transisi gelas (T_g). Hal ini jelas terlihat pada masing-masing termogram dimana setelah dilepaskan suhu transisi gelas seketika itu membentuk temperatur kristalisasi (T_c). Jika pemanasan dilanjutkan maka polimer tersebut akhirnya melepaskan sifat elastomernya melebur menjadi cairan.

Tingkat kelarutan suatu bahan polimer terhadap konsentrasi pelarut yang digunakan sangat mempengaruhi derajat kristalisasi dan transisi gelas, dimana semakin tinggi konsentrasi pelarut yang digunakan maka semakin kecil pula temperatur transisi gelas dan kristalisasinya, seperti terlihat pada tabel dibawah ini. Disamping itu juga tingkat kepolaran suatu pelarut mempengaruhi interaksi dipol-dipol yang ada pada gugus polar suatu kristal polimer sehingga menyebabkan temperatur kristalisasi semakin rendah.

Tabel 5.3 Hasil uji sifat-sifat termal

Spesimen	Temperatur °C			Entalpi pada T_m mJ/mg
	T_g	T_c	T_m	
1 Lapis – 5% Anhidrat Maleat	5.0	111.0	160.3	41.2
1 Lapis – 6% Anhidrat Maleat	4.8	106.7	162.9	39.6
2 Lapis – 6% Anhidrat Maleat	4.8	102.5	162.3	31.9
2 Lapis - 7% Anhidrat Maleat	4.5	94.60	161.1	26.0

Dari tabel dibawah ini juga terlihat perubahan entalpi dan temperatur leleh dari masing-masing sample semakin rendah seiring dengan meningkatnya konsentrasi pelarut yang digunakan. Hal ini berarti semakin tinggi konsentrasi pelarut yang digunakan maka kalor yang dibutuhkan oleh suatu bahan polimer untuk meleleh semakin kecil. Dari sini jelas semakin tinggi pelarut yang digunakan maka semakin berpotensi suatu struktur polimer terdekomposisi, oleh sebab itu jumlah pelarut yang digunakan dibatasi.

Kesimpulan

1. Anhidrat maleat sangat baik digunakan sebagai bahan coupling agent antara PP dengan fiber glass, dimana PP dapat membentuk ikatan silang dengan fiber glass yang ditandai dengan adanya gugus fungsi dari fiber glass yang berikatan dengan PP secara radikal.
2. Kualitas terbaik komposit diperoleh pada penggunaan anhidrat maleat sebanyak 6 % dan 7 % pada 1 lapis dan 2 lapis fiber glass dengan kekuatan tarik maksimum (tensile strength) sebesar 228,57 Mpa dan 300,00 Mpa.
3. Limbah plastik polipropilen (PP) dapat dimanfaatkan sebagai komposit yang memiliki kualitas tinggi dengan menggunakan anhidrat maleat sebagai coupling agent.

6.2 Saran

Untuk selanjutnya penelitian ini diharapkan dapat dilakukan dengan menggunakan cetakan langsung sesuai dengan kebutuhan plastik komposit sehingga dapat digunakan sebagai kebutuhan baik sebagai perabot plastik, peralatan rumah tangga, bahan otomotif dan lain-lain. Disamping ini dibutuhkan juga peralatan pembuatan spesimen dan pengujian yang lebih canggih sehingga pengujiannya akan lebih tepat dan akurat.

7. Daftar Pustaka

ASM Handbook, 1992. *Fractography*. Vol. 12. United States of America: ASM International.

- Biemann, K., 1962. *Mass Spectrometry Organic Chemical Applications*. United States of America: McGraw-Hill Book Company.
- Basuki Wirjosentono, 1996. *Analisa dan Karakterisasi Polimer*. Universitas Sumatera Utara, Medan: Penerbit USU Press,
- Basuki Wirjosentono, 2005. *Polimer Komersial*. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Cowd, M.A., 1991. *Kimia Polimer*. Terj. Firman, H. Bandung :Penerbit ITB.
- Febrianto F, Y.S. Hadi, dan M. Karina. 2001. *Teknologi produksi recycle komposit bemutu tinggi dari limbah kayu dan plastik : Sifat-sifat papan partikel pada berbagai nisbah campuran serbuk dan plastik polipropilene daur ulang dan ukuran serbuk*. Laporan Akhir Hibah Bersaing IX/1. direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional.
- Han GS. 1990. *Preparation and Physical Properties Of Moldable Wood Plastic Composites*. [Disertasi]. Kyoto: Kyoto University. Departement Of Wood Science and Technology, Faculty of Agriculture.
- Hartono ACK. 1998. *Daur Ulang Limbah Plastik dalam Pancaroba : Diplomasi Ekonomi dan Pendidikan*. Dana Mitra Lingkungan. Jakarta.
- Meier JF. 1996. *Fundamentals of plastics and elastomer*. Di dalam: *Handbook of Plastic, Elastomer and Composites*. Ed ke-3. New York: McGraw-Hill Co.
- Oksman K, Clemons C. 1997. *Effect of elastomers and coupling agent on impact performance of wood flour-filled polypropilene*. Di dalam: Fourth International Conference on Woodfiber-Plastic Composites. Madison, 12 – 14 Mei 1997. Wisconsin: Forest Product Sociaty. hlm 144-155.
- Stevens, M.P. 1989. *Kimia Polimer*. Terj. Sopyan, I. Jakarta: PT. Pradnya Paratama.
- Sjoerd Nienhuys, Senior Renewable Energy Advisor, SNV-Nepal, (10 November 2003), *Plastic Waste Insulation for High Altitude Areas Application in Houses, Greenhouses and Biogas Reactors*, Kathmandu (2 Februari 2007).
- Setyawati,D. 2003. *Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Serbuk Kayu Plastik Polipropilena Daur Ulang*. [Thesis]. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor (tidak dipublikasikan)

Strak NM, Berger MJ. 1997. *Effect of particle size on properties of wood-flour reinforced polypropylene composites*. Di dalam: Fourth International Conference on Woodfiber-Plastic Composites. Madison, 12 –14 Mei 1997. Wisconsin: Forest Product Society. hlm 134-143.

Syahfitrie, C. 2001. *Analisis Aspek Sosial Ekonomi Pemanfaatan Limbah Plastik*. [Thesis] Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (tidak dipublikasikan)

[YBP] Yayasan Bina Pembangunan. 1986. *Barometer Bisnis Plastik Indonesia*. Jakarta