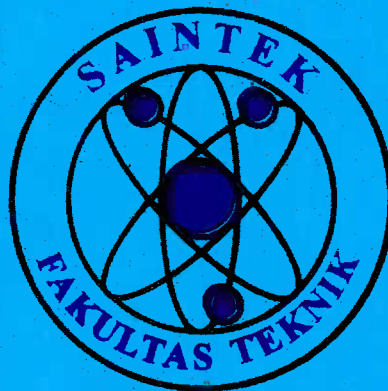


ISSN 1693-4105

Vol. 10 No. 2 Nopember 2012

SAINTEK



JURNAL SAINTEK
(Journal of Science and Technology)
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
LHOKSEUMAWE - NAD INDONESIA

**PEMBUATAN KOMPOSIT DARI LIMABAH PLASTIK
POLYPROPYLENA (PP) DENGAN MENGGUNAKAN PENGUAT FIBER GLASS
DAN COUPLING AGENT ANHIDRAT MALEAT**

¹Zulnazri, S.Si., MT, ¹Meriatna, ST, MT
(^{1,2} Staf pengajar Teknik Kimia Unimal)

ABSTRAK

Penelitian ini memaparkan tentang pembuatan papan komposit dari kemasan plastik bekas *Polipropilen* (PP) dengan menggunakan penguat *fiber glass* dan coupling agent anhidrat maleat. Anhidrat maleat sangat baik digunakan sebagai bahan coupling agent untuk mengikat matrik PP dengan fiber glass, dimana PP dapat membentuk ikatan silang dengan fiber glass yang ditandai dengan adanya gugus fungsi SiO₂ yang berasal dari fiber glass yang berikatan dengan PP secara radikal. Dari perbandingan konsentrasi coupling agent diatas diperoleh nilai tensile strenght untuk konsentrasi anhidrat maleat 6 dan 7 % adalah 228,57 dan 221,43 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, Plastik, Polipropilen (PP), Coupling Agent, Fiber Glas.

1. Latar Belakang

Penelitian ini memaparkan tentang pembuatan komposit dalam bentuk papan komposit dengan menggunakan bahan baku limbah plastik PP dan penguat fiber glass.

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 plastik ini memiliki titik leleh yang tinggi dan dapat didaur ulang dengan cara pemanasan, plastik-plastik tersebut diambil dari kemasan air mineral bekas. Pemanfaatan kembali limbah plastik ini juga merupakan suatu upaya untuk meminimisasi limbah plastik dilingkungan hidup disamping dijadikan sebagai komposit.

Polypropilena (PP) merupakan polimer kelompok termoplastik yang mudah untuk didaur ulang karena mudah dilelehkan, tidak kaku serta sangat elastis. Polimer 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.

2. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui perbandingan kualitas komposit dalam setiap penggunaan bahan pengikat anhidrat maleat.

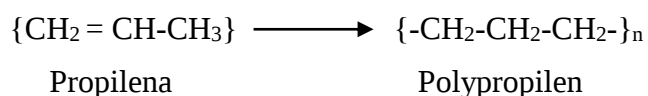
3. Teori Pendukung

Polypropilen

Polypropilen merupakan polimer jenis bahan plastik yang ringan yang memiliki sifat mekanik dan fisika sebagai berikut :

<u>Sifat Mekanik dan Fisika</u>	<u>Nilai/satuan</u>
Spesifik gravity	0,9
Tensil / Tegangan maks.	31-41 (Mpa)
Modulus elastis	1170-1720 (Mpa)
Elongasi / Regangan	100-600 %
Kekuatan kompresif / tekan	38-55 (Mpa)
Kekuatan fleksural	41-55 (Mpa)
Kekuatan impak	0,23-0,57 (N/cm)
Titik leleh	167 °C
Suhu transisi gelas (Tg)	5 °C
Density	0,9 mg/mL

Plastik ini keras, tegangan dan regangannya tinggi. Polypropilen tersusun dari monomer-monomer propilen yang merupakan senyawa vinil jenuh. Polypropilen dibentuk melalui proses polimerisasi addisi. Secara umum memiliki rumus molekul sebagai berikut :



Sumber ; Stevens 1989.

Fiber Glass

Glass merupakan bahan padat *amorfus* yang dibentuk dari sebagian besar bahan dasar terdiri dari 50 % lebih oksida silica (SiO_2) dan sisanya adalah oksida-oksida seperti Al_2O_3 , CaO , Na_2O , B_2O_3 , dan MgO , karena banyaknya kandungan silica maka *glass* disebut juga silica *glass*. *Glass* adalah cairan yang menjalani proses *supercooling* bila cairan lebur didinginkan dengan cepat, dan tidak mempunyai waktu yang cukup untuk memadat menjadi struktur kristal. Namun bagaimanapun *glass* bisa mengalami kristalisasi dan berubah bentuk menjadi kristal padat dalam waktu yang lama. Ini dikenal sebagai *glass* hasil *devitrifikasi* yang juga disebut *glass keramik*.

Glass tidak mempunyai titik lebur atau titik beku yang nyata, oleh karena itu perilakunya sama dengan polimer amorfus. Hanya temperatur transisi *glass Tg* yang digunakan untuk mensepesifikasikan temperatur di saat kemiringan kurva spesifik mengalami perubahan nyata (Kalpakjian 1984).

Komposit

Komposit adalah 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, misalnya beton dengan batang baja sebagai penguat adalah komposit yang paling terkenal. Contoh komposit yang lebih tua adalah penambahan jerami pada tanah liat atau batu bata untuk peningkatan kekuatan sebagai bahan struktural atau konstruksi.

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).

4. Metode Penelitian

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, Digital Microscopy, Differential Scanning 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. Coupling agent yang 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 (115x115)mm.

Pada penelitian ini pp sebagai matrik dilarutkan dalam peroksida dan anhidrat maleat sebagai coupling agent dengan komposisi seperti diatas.

Pembuatan Spesimen

Spesimen dibuat berdasarkan metode standard untuk jenis plastik, yaitu menggunakan ASTM D 638 Type IV. Ukuran spesimen untuk standard ini ditunjukkan pada gambar 1. Untuk mengetahui kekuatan komposit ini dilakukan uji tensile strength, elongasi, Analisa permukaan patah, dan analisis sifat-sifat termal.

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.

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. Teknik yang paling umum digunakan dalam analisa permukaan polimer adalah Scanning Electron Mikroskopy (SEM), Digital Microscopy, dan Photoakustik Spektroskopy, (Yunus 1996).

Analisis Thermal dengan Diferensial Scanning Calorimetri (DSC)

Analisa sifat-sifat termal umumnya dilakukan dengan menggunakan Diferensial Scanning Calorimetri (DSC). 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).

5. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil Perhitungan Nilai Uji Kekuatan Tarik

Komposisi Coupling Agent		Beban/F (KN)	Panjang Akhir/Lu (mm)	Pertambahan Panjang/ ΔL (mm)	Tensile strength (Mpa)	Elongasi (%)
Peroksida (%)	Anhidrat Maleat (%)					
0,01	1	2,5	36,0	3,0	178,57	9,09
0,02	2	2,5	36,2	3,2	178,57	9,70
0,03	3	2,6	36,0	3,0	185,71	9,09
0,04	4	2,7	36,0	3,0	192,86	9,09
0,05	5	2,7	35,0	2,0	192,86	6,06
0,06	6	3,2	34,0	1,0	228,57	3,03
0,07	7	3,1	34,5	1,5	221,43	4,55
0,08	8	2,8	34,7	1,7	200,00	5,15
0,09	9	2,8	34,2	1,2	200,00	3,64
0,1	10	2,2	37,2	4,2	157,14	12,73

Panjang Awal (L_0) = 33 mm, Luas Penampang (A) = 14 mm²

1. Perhitungan Tegangan

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

$$\sigma = \frac{2,5 \times 1000 \text{ N}}{14 \text{ mm}^2} = 178,57 \text{ MPa}$$

2. Regangan/Elongasi (%)

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

$$\varepsilon = \frac{3,0 \text{ mm}}{33 \text{ mm}} \times 100 = 9,09 \%$$

3. Modulus Elastis (Mpa) :

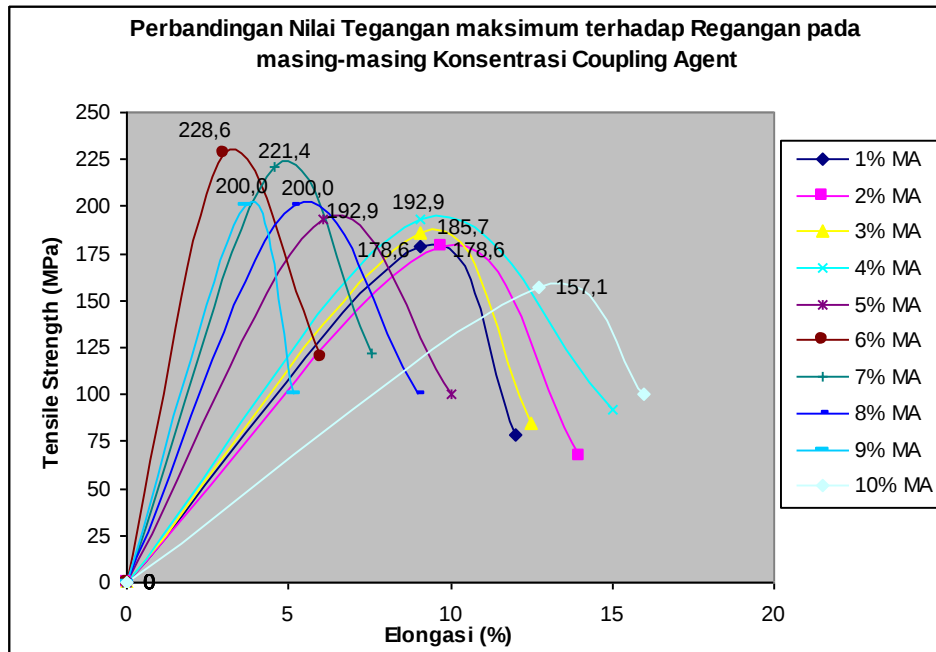
$$y = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$y = \frac{178,57}{9,09} = 19,63 \text{ MPa}$$

Analisa Hasil Uji Kekuatan Tarik

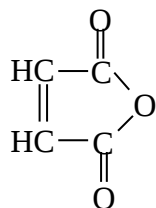
Dari gambar dibawah menunjukkan bahwa untuk konsentrasi anhidrat maleat 6 % memiliki nilai tegangan yang paling tinggi yaitu 228,57 Mpa, ini menunjukkan sebagai nilai kekuatan tarik yang maksimum yang diperoleh untuk komposit PP. Dimana anhidrat maleat yang digunakan sebagai bahan pengikat antara fiber 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, sehingga komposit tersebut semakin kaku dan tidak mudah dipatahkan.

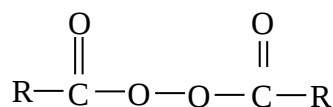


Gambar 1. Perbandingan nilai tegangan dengan regangan terhadap konsentrasi coupling agent pada komposit 1 lapis serat.

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.

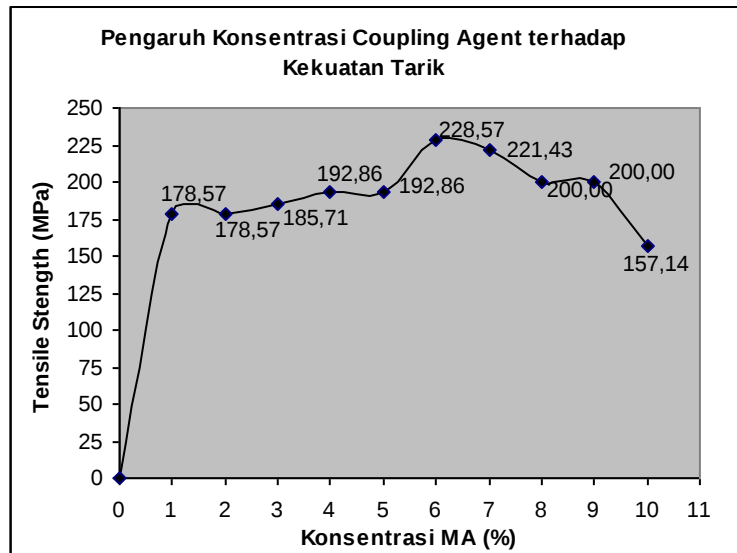


Peroksida merupakan senyawa yang berfungsi sebagai inisiator dalam proses polimerisasi dan pembentukan ikatan silang dalam berbagai polimer, senyawa peroksida juga dapat digunakan sebagai pembentukan radikal bebas.



Dari hasil penelitian seperti yang terlihat pada gambar grafik dibawah ini bahwa tensile strength yang paling tinggi diperoleh pada penggunaan anhidrat

maleat 6 % dan peroksida 0,06 % yaitu 228,57 Mpa, sedangkan pada invensi sebelumnya tidak menggunakan coupling agent diperoleh tensile strength 142,50 Mpa untuk 1 lapis fiber glass.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi coupling agent terhadap tegangan (tensile strength) pada komposit 1 lapis serat.

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.



Gambar 3. Bentuk Permukaan Patah (*Fractografi*) dari komposit PP 1 Lapis serat dengan perbandingan 6% MA

Analisis Sifat-sifat 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 gelas yang 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.

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.

Tabel 2 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

6. 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 % dengan ketebalan serat 1 lapis dimana kekuatan tarik (tensile strength) diperoleh 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.

REFERENCES

- ASM Handbook, 1992. *Fractography*. Vol. 12. United States of America: ASM International.
- ASTM, 2000. *American Society for Testing and Materials Information Handling Services. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*. (D 638-99): 1-13. (1 Desember 2006)
- Biemann, K., 1962. *Mass Spectrometry Organic Chemical Applications*. United States of America: McGraw-Hill Book Company.
- Basuki Wirjosentono, 1996. *Analisa dan Karakterisasi Polimer*. Uneversitas Sumatera Utara, Medan: Penerbit USU Press,
- 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, Shiraishi N. 1990. *Composites of wood and polypropylen IV*. Wood Research Sociaty at Tsubuka 36(11): 976-982.
- Hartono ACK. 1998. *Daur Ulang Limbah Plastik dalam Pancaroba : Diplomasi Ekonomi dan Pendidikan*. Dana Mitra Lingkungan. Jakarta
- Kalpakkjian, S., 1984. *Manufacturing Prosses For Engineering Materials*. Illinois Institute Of Technology. Chicago: Addision-Wesley Publishing Company.
- Meier JF. 1996. *Fundamentals of plastics and elastomer*. Di dalam: *Handbook of Plastic, Elastomer and Composites*. Ed ke-3. New York: McGraw-Hill Co.
- Nielsen, L.E. & Landel, R.F. 1994. *Mechanical Properties of Polymer and Komposite*. Second Edition. California Institute of Technology. Californioa (25 Januari 2007).
- 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).
- 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