

ANALISIS SIFAT TERMAL KOMPOSIT POLIPROPILEN–KENAF

Holia Onggo, Wiwik Subowo dan Sudirman

Pusat Penelitian Fisika (P2F) - LIPI

Jl. Cisitu 21/154D, Sangkuriang, Kompleks LIPI, Bandung

ABSTRAK

ANALISIS SIFAT TERMAL KOMPOSIT POLIPROPILEN–KENAF Penelitian bertujuan mengevaluasi stabilitas termal dari komposit polipropilen (PP)–kenaf dan komponennya termasuk *filler loading* dan keberadaan *compatibilizer agent*, menggunakan metode *Thermogravimetry Analysis* dan *Differential Thermal Analysis (TG/DTA)*. Pengukuran *TG/DTA* menggunakan cuplikan sampel dengan berat 6 mg ~ 7 mg, kecepatan pemanasan 10°C/menit dalam atmosfer udara dengan laju alir 260 mL/menit. Hasil analisis *TG/DTA* diketahui bahwa kestabilan termal PP lebih besar daripada kenaf. Meningkatnya *filler loading* dalam komposit PP – kenaf menyebabkan stabilitas termal menurun. Modifikasi serat kenaf dengan *silicon oil* belum dapat digunakan, Pemberian *Maleated Anhydrid Polypropilene (MAPP)* dalam campuran sedikit meningkatkan stabilitas termal komposit. Dalam pembuatan komposit PP-kenaf disarankan suhu *blending* antara 168 °C sampai dengan 210 °C dan kenaf yang digunakan harus kering.

Kata kunci : Polipropilen, kenaf, komposit, *thermogravimetry*, *differential thermal analysis*, stabilitas termal

ABSTRACT

THERMAL PROPERTIES OF POLYPROPYLEN - KENAF COMPOSITES The aim of the research is to evaluate the thermal stability of Kenaf filled Polypropilen composites and their components according to the filler loading and the presence of compatibilizing agent, using *Thermogravimetry (TG)* and *Differential Thermal Analysis (DTA)* methods. The *TG/DTA* measurements were carried out using 6 ~ 7 mg of the sample, heating rate of 10 °C min⁻¹ in air atmosphere with flow rate of 260 mL.min⁻¹. In the *TG* of PP, kenaf and their composites, the thermal stability was found decrease as the filler loading increased and it was found increase when a compatibilizer Maleated Anhydrid Polypropilene (MAPP) into PP-kenaf composite. For PP-Kenaf composites making, the blending temperature from 163 to 210 °C is recommended.

Key words : Polypropilen, kenaf, composite, *thermogravimetry*, *differential thermal analysis*, thermal stability

PENDAHULUAN

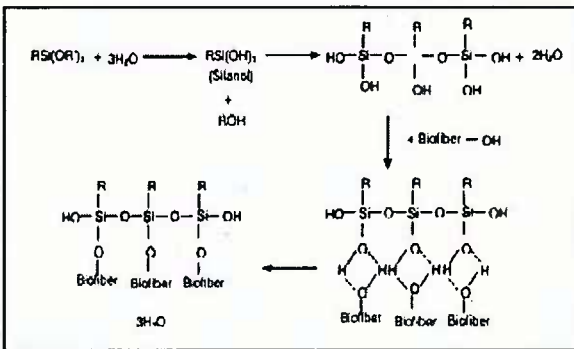
Perkembangan komposit akhir-akhir ini mengarah pada bahan-bahan yang *recycleability* dan *renewability*, menggunakan bahan termoplastik dan serat-serat alam [1] Potensi dan pemanfaatan serat kenaf di Indonesia dimungkinkan untuk bahan pengisi/penguat komposit karena *renewability*, sudah dibudidayakan dan relatif murah [2]. Untuk matriks dapat digunakan PP yang mempunyai sifat *recycleability*, sudah banyak di pasaran dan dimanfaatkan untuk barang plastik [1]. Melalui pencampuran PP sebagai matriks dengan serat kenaf sebagai pengisi/penguat diharapkan diperoleh produk komposit baru yang sifat mekaniknya lebih kuat daripada produk PP itu sendiri. Tingkat penguatan yang diberikan serat

dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sifat serat, distribusi serat serta komposisi antara matriks dan pengisi/penguat. Salah satu kekurangan serat kenaf adalah permukaannya yang polar (hidrofilik). Kepolaran ini diakibatkan keberadaan gugus hidroksil pada permukaan serat. Bila serat digabung ke dalam polimer seperti PP yang mempunyai sifat non polar (hidrofobik), suatu ikatan yang lemah antar kenaf dan PP akan terbentuk. Kedua sifat yang berbeda ini menyulitkan dalam pencampuran dan seringkali menjadi penyebab kegagalan penggabungan sehingga menghasilkan komposit dengan kinerja yang lemah. Untuk itu perlu dilakukan modifikasi PP atau modifikasi serat kenaf-nya. Beberapa cara diantaranya adalah modifikasi secara kimia

pada olefin menggunakan *coupling agent*. *Coupling agent* berfungsi membantu penyebaran serat dalam PP dan menyebabkan serat melekat pada matriks. Dalam proses, penambahan *coupling agent* akan meningkatkan kekuatan tarik dan lentur, mengurangi absorpsi air dan memberikan suhu defleksi panas yang lebih tinggi. Salah satu jenis *coupling agent* yang sering digunakan adalah *Maleat Anhidrid Polypropilene (MAPP)* (Gambar 1) yang ditambahkan pada waktu pencampuran PP dan serat [3].

Gambar 1. Rumus kimia MAPP [3]

Cara lain adalah melapis serat kenaf dengan *sizing agent* yang mengandung *silane-based chemicals* (Gambar 2).

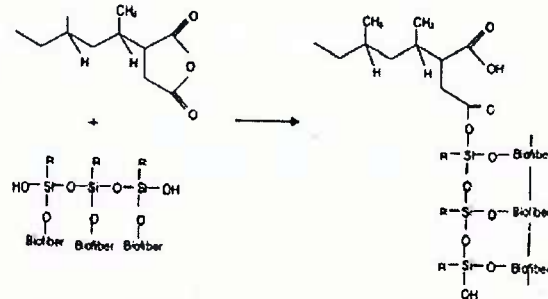


Gambar 2. Grafting serat menggunakan *sizing agent* berbasis *silane* [3]

Penggunaan kedua cara diperkirakan dapat menghasilkan penggabungan yang baik (Gambar 3).

Dalam pembuatan komposit termoplastik dengan serat alam sebagai pengisi atau penguat dimana prosesnya menggunakan panas maka suhu pencampuran (*blending*) menjadi sangat penting. Analisis sifat termal komponen-komponennya

sebelum *blending* perlu dilakukan karena hasil analisis dapat berguna untuk menentukan suhu yang dipilih sehingga pada suhu tersebut terjadi pencampuran tetapi tidak sampai terjadi kerusakan [4]



Gambar 3. Reaksi yang diharapkan terjadi dalam komposit [3]

Untuk barang komposit seperti rangka jendela, interior kamar mandi dan sebagainya, maka sifat termal seperti kestabilan panas dari produk komposit juga menjadi sangat penting. Misalnya bahan interior kamar mandi harus stabil dengan adanya uap panas selama digunakan *shower*. Kestabilan panas dalam sistem komposit yang menggunakan pengisi dari serat alam dan termoplastik sebagai matriks ditentukan oleh beberapa faktor yaitu suhu, rasio antar pengisi dan matriks, dispersi dan ikatan serat dengan matriks. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan dekomposisi [5].

Dalam penelitian ini dipelajari sifat termal komposit yang dibuat dari serat kenaf sebagai bahan pengisi dan polipropilen sebagai matriks. TGA adalah salah satu metode analisis termal yang dapat digunakan untuk menganalisis kestabilan panas (*thermostability*) suatu contoh uji pada waktu pemanasan. Kestabilan tersebut dinilai berdasarkan penurunan berat contoh uji pada waktu pemanasan. Setiap perubahan berat dideteksi oleh alat sehingga perubahannya dapat dinyatakan sebagai fungsi waktu atau suhu. Pengujian dapat pula dilakukan pada medium udara atau nitrogen [6,7]. DTA adalah metode untuk menganalisis titik leleh dari suatu bahan sebagai fungsi suhu. Perubahan suhu leleh menunjukkan terjadi/tidaknya ikatan silang dalam campuran [4]

Penelitian bertujuan mengevaluasi stabilitas termal Komposit dari serat kenaf sebagai bahan pengisi komposit PP, termasuk banyaknya *filler loading* (fraksi kenaf sebagai pengisi) serta keberadaan *compatibilizer agent* (MAPP) dalam komposit menggunakan metode analisis TG/DTA

METODE PERCOBAAN

Bahan

PP yang digunakan dalam bentuk pelet (merk Union Polimer grade no. Y 101 XX). Serat kenaf kualitas C dari PT.GAN Malang Jawa Timur. *Compatibilizer Agent (MAPP)* merk Toyo Kasegyo M-300 KS dari Jepang dan *Silicon oil* (kadar air 40%) dibeli dari Brataco.

Sebelum dibuat komposit, serat kenaf diproses menggunakan alat *carding* dan *diskmill* kemudian diayak dengan saringan 60 mesh menjadi serbuk kenaf (SK). Sebagian serbuk kenaf dimodifikasi dengan cara mencampur serbuk dengan *silicon oil* (120 gram serbuk kenaf dengan 500 mL *silicon oil* 1%), kemudian serbuk tersebut dikeringkan pada suhu 105°C selama 17 jam (SK mod).

Dalam penelitian ini dibuat berbagai jenis komposit yaitu Komposit PP-kenaf; komposit PP kenaf MAPP, komposit PP-kenaf modifikasi dan komposit PP-kenaf modifikasi–MAPP. Komposit dibuat menggunakan alat Labo Plastomill Mixer- Extruder yang ada di Pusat Penelitian Fisika LIPI Bandung. Variasi komposisi serat(40%; 50% dan 60%) tanpa dan dengan modifikasi kenaf dan penambahan MAPP). Sebelum dilakukan *blending*, dilakukan terlebih dahulu analisis TG/DTA dari komponennya yaitu PP dan kenaf. Selanjutnya *blending* dilakukan pada suhu yang dapat dipilih (hasil analisis TG/DTA dari PP dan kenaf); putaran 40 rpm dan waktu proses 8 menit.

Komposisi komposit (dalam % berat)

1. PP : SK = 60% : 40% → PP-SK 40
2. PP : SK = 50% : 50% → PP-SK 50
3. PP : SK = 40% : 60% → PP-SK 60

4. PP : SK = 60% : 40%, ditambah MAPP 1% terhadap total berat → PP-SK 40 Ma
5. PP : SK = 50% : 50% ditambah MAPP 1% terhadap total berat → PP-SK 50 Ma
6. PP : SK = 40% : 60% ditambah MAPP 1% terhadap total berat → PP-SK 60 Ma
7. PP : SK mod = 60% : 40% → PP-SK mod 40
8. PP : SK mod = 50% : 60% → PP-SK mod 50
9. PP : SK mod = 60% : 40% → PP-SK mod 60
10. PP : SK mod = 60% : 40%, ditambah MAPP 1% → PP-SK mod 40 Ma
11. PP : SK mod = 50% : 60%, ditambah MAPP 1% → PP-SK mod 50 Ma
12. PP : SK mod = 60% : 40%, ditambah MAPP 1% → PP-SK mod 60 Ma

Karakterisasi termal

Karakterisasi termal dilakukan terhadap PP, SK, SKmod dan ke 12 jenis komposit tersebut menggunakan alat TG/DTA type SSC-5000 merk SEIKO dengan sampel berupa potongan kecil dengan berat 6 mg ~ 7 mg. Sebelum pengujian, sampel ditaruh dalam ruang pengujian selama lebih dari 2 (dua) hari untuk mendapatkan kondisi standar. Percobaan dilakukan pada suhu terprogram, yaitu dalam atmosfer udara (260 mL/menit), kecepatan pemanasan 10 °C/menit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 dan Gambar 2 memperlihatkan Kurva, DTG dan DTA PP dan kenaf. Terlihat bahwa pola kurva TG, DTG maupun DTA dari masing-masing jenis maupun komposisi komposit tersebut berbeda satu dengan lainnya.

Kurva TG Kenaf memperlihatkan ada 4 tahap perubahan berat. Tahap pertama adalah perubahan berat karena adanya penguapan air dalam serat yang dilanjutkan dengan pengeringan serat. Tahap 2 adalah perubahan berat karena

terjadinya kerusakan awal serat kenaf (dekomposisi I). Pada tahap ini, beberapa komponen dalam serat mengalami pemecahan rantai karbon yang diikuti dengan keluarnya zat volatil seperti CO₂, hidrokarbon dan gas hidrogen. Besar kecilnya sisa zat dalam proses ini ditentukan struktur kimianya. Biasanya komponen dengan berat molekul yang lebih rendah akan terdegradasi lebih dahulu daripada komponen dengan berat molekul tinggi. Serat kenaf secara umum terdiri dari hemiselosa, lignin dan selulosa. Berat molekul tertinggi adalah selulosa, selanjutnya lignin dan terendah adalah hemiselulosa. Jadi selama proses pemanasan, kerusakan serat akan dimulai dari komponen hemiselulosa, diikuti lignin dan selanjutnya selulosanya membentuk arang. Tahap 3 adalah perubahan berat yang disebabkan terjadinya reaksi oksidasi bahan sisa (arang) dalam proses dekomposisi I (menggunakan atmosfer udara kering). Dalam proses ini, adalah

proses terbakarnya karbon menjadi abu (dekomposisi II).

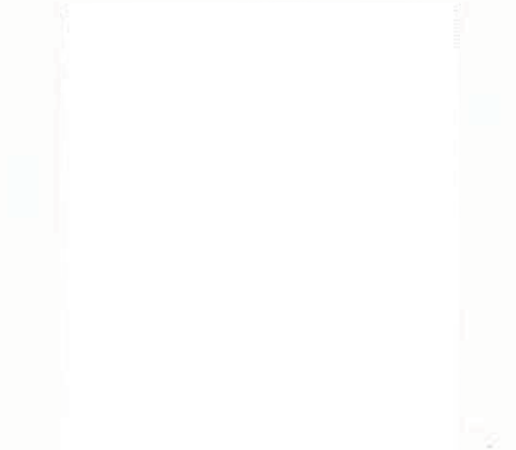
Tabel 1 memperlihatkan kestabilan termal pada awal dekomposisi dari PP, kenaf dan kenaf modifikasi.

Tabel 1. Kestabilan termal dan titik leleh PP, serat kenaf, dan serat kenaf (modifikasi) hasil analisis TG/DTA

Jenis bahan	TGA			DTA		
	Kestabilan termal			Titik leleh		
	suhu	massa tertinggal	waktu	suhu	energi	waktu
	°C	%	menit	°C	mV	menit
PP (N ₂)				167.8		28.35
PP (udara)	238.3	96.8	22.08	162.7	-1.6	15.11
Serat kenaf (udara)	213.9	93.2	19.99	-	-	-
Serat kenaf modifikasi (udara)	215.0	92.8	19.90	-	-	-

Dari Tabel 1, terlihat bahwa kestabilan termal serat kenaf terendah. Ini disebabkan ketidakstabilan dimensinya. Perubahan dimensi karena perubahan kadar air/kelembaban, dikarenakan adanya gugus hidroksil (OH). Kestabilan kenaf yang dimodifikasi lebih kecil daripada kestabilan kenaf. Berarti *silicon oil* yang digunakan tidak dapat digunakan untuk modifikasi kenaf. Suhu awal dekomposisi dari PP dalam udara paling tinggi dibandingkan dengan sampel lainnya yaitu 238 °C dan suhu awal dekomposisi kenaf paling rendah yaitu 213,9 °C. suhu leleh PP (*melting suhu*) dalam atmosfer udara adalah 162,7 °C sedangkan dalam atmosfer nitrogen lebih tinggi yaitu 167,8 °C. Pada kenaf maupun kenaf modifikasi tidak ditemukan titik leleh. Suhu *blending* yang dapat digunakan untuk proses

Gambar 4. Kurva TG/DTA PP, dalam atmosfer udara



Gambar 5. Kurva TG/DTA serat kenaf (dalam atmosfer udara)

Tabel 2. Kestabilan termal dan titik leleh PP, serat kenaf, dan komposit PP-kenaf dengan variasi filler 40%, 50% dan 60% hasil analisis TG/DTA

Jenis bahan	TGA			DTA		
	Kestabilan termal			Titik leleh		
	suhu	massa tertinggal	waktu	suhu	energi	waktu
	°C	%	menit	°C	mV	menit
PP	238.3	96.8	22.08	162.7	-1.6	15.11
PP-SK40	218.5	96.4	20.40	160.3	5.2	14.99
PP-SK 50	222.0	96.0	20.76	161.5	5.8	15.08
PP-SK 60	225.5	94.3	21.46	161.5	5.9	15.54
SK 100	213.9	93.2	19.99	-	-	-

antara 167,8 °C sampai dengan 213,9 °C. Selanjutnya dalam pembuatan komposit digunakan suhu *blending* 175 °C.

Kestabilan termal dan titik leleh PP, serat kenaf, dan komposit PP-kenaf dengan variasi *filler* 40 %, 50 % dan 60 % hasil analisis TG/DTA ditunjukkan pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 terlihat, Pencampuran dengan kenaf sedikit menurunkan suhu leleh PP. Pencampuran PP dan kenaf pada berbagai komposisi meningkatkan suhu awal dekomposisi kenaf. Meningkatnya *filler loading* menyebabkan stabilitas termal menurun, disebabkan pengisian serat kenaf dalam matriks PP menyebabkan pori pada PP sehingga keutuhan matriks PP menjadi rusak.

Dari Tabel 3, terlihat bahwa MAPP mempertinggi kestabilan termal (suhu dan % massa meningkat). Terlihat pada komposit PP-SK60-Ma suhu awal dekomposisi menurun, keadaan ini diperkirakan kadar % MAPP kurang sehingga sebagian dari serat tidak berikatan dengan PP. Dari tabel terlihat bahwa stabilitas termal terbaik pada komposit PP-SK40-Ma dengan nilai kestabilan termal 97,5 %

Jenis bahan	TGA			DTA		
	Kestabilan termal			Titik leleh		
	Suhu	massa tertinggal	waktu	suhu	energi	waktu
	°C	%	menit	°C	mV	menit
PP-SK40	218.5	96.4	20.40	160.3	5.2	14.99
PP-SK 40-Ma	232.4	97.5	22.16	161.5	5.1	15.60
PP-SK 50	222.0	96.0	20.76	161.5	5.8	15.08
PP-SK 50-Ma	223.1	96.0	21.33	161.5	5.0	15.1
PP-SK 60	225.5	94.3	21.46	161.5	5.9	15.54
PP-SK 60-Ma	223.1	95.9	20.75	161.6	4.1	15.0

KESIMPULAN

PP dan kenaf dapat dibuat komposit dengan penambahan MAPP dengan suhu *blending* antara 167,8 °C sampai dengan 213,9 °C. Meningkatnya *filler loading* menyebabkan stabilitas termal menurun. Stabilitas termal terbaik adalah komposit yang dibuat dari

PP dengan *filler loading* yaitu kenaf 40 % dan dengan penambahan MAPP 1 % dan Stabilitas termal yang dihasilkan sebesar 9,5 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sampaikan terima kasih kepada: Puslit Fisika LIPI yang telah membiayai penelitian ini. Kepada Sdri Lucia Indarti atas bantuannya pada pengambilan data TG/DTA.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. MARDJONO SISWOSUWARNO, Perkembangan Material dan Struktur Komposit: Masalah, Tantangan dan peluang, *Prosiding Seminar Sehari 70 tahun Noer Mandsjoeriah Surdia*, Departemen Kimia FMIPA ITB, (2003) I-15 - I-23
- [2]. WIWIK SUBOWO, HOLIA ONGGO, *Laporan Hasil Survai Tanaman Serat Kapok*, Kenaf dan Pemanfaatannya di Daerah Malang dan sekitarnya, (2005)
- [3]. ISMARINY, Study on Natural Fiber Reinforced Polypropylene. *Proceedings of 6th International Wood Science Symposium*, (2005) 254-258
- [4]. ANI SUTIANI, Degradasi Poliblend Polistiren-Pati menggunakan Bacteri *Pseudomonas Fluorescens*. *Prosiding Seminar Sehari 70 Tahun Noer Mandsjoeriah Surdia*. Departemen Kimia FMIPA ITB, Bandung, (2003) 3-7 ~3-11
- [5]. YANG H.S., M. P. WOLCOTT, H. S. KIM and H. J. KIM, Thermal Properties of Lignocellulosic Filler-Thermoplastic Polymer Bio-Composites. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 82 (1) (2005) 157-160
- [6]. H.-S. KIM, H.-S YANG, H.-J.KIM and H.-J.PARK, Thermogravimetric Analysis of Rice Husk Flour Filled Thermoplastic Polymer Composites. *Journal of Thermal analysis and Calorimetry*, 76 (2004) 395– 404
- [7]. ZUBAIDI, *Thermogravimetry Analyzer (TGA)*, Prinsip dan Penelitian pada Bahan Tekstil. *Arena Tekstil* No. 23, (1994) 1720