

# KAJIAN SIFAT FISIKA MATRIKS KOMPOSIT POLIMER DARI POLIPROPILEN-POLIPROPILENA-g-MALEAT ANHIDRIDA DENGAN ALPHA-SELULOSA DARI BERBAGAI SERAT TUMBUHAN MENGGUNAKAN DIVINIL BENZENA SEBAGAI AGEN PENGIKAT SILANG

Reni Silvia Nasution<sup>1)</sup>, Darwin Yunus Nasution<sup>2)</sup>, Marpongahtun<sup>2)</sup>, Yugia Muis<sup>2)</sup>, Mahmud<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Alumni Magister Kimia Departemen Kimia FMIPA USU

<sup>2)</sup> Dosen Departemen Kimia FMIPA USU

<sup>2)</sup> Dosen Jurusan Kimia FMIPA UNIMED

email: eniway\_hr@yahoo.co.id; darwinyunus@usu.ac.id

## Abstract

The composites polymer of polypropylene matrix - polypropylene - g- maleic anhydride have been synthesized with any alpha cellulose fibers from various plants using divinyl benzene as crosslinking agents. The Alpha cellulose material obtained from each fiber bagasse ( AT ), fiber reeds ( AA ) and coir fiber ( SK ) based method Okhamafe . The preparation of composite polymer polypropylene - alpha cellulose with different molecular weights ( alpha - cellulose - polypropylene - g- maleic anhydride ) with benzoyl peroxide and divinyl benzene as crosslinking agents have been obtained . Physics analysis on polymer composites include thermal properties is obtained by DTA test , the tensile mechanical properties and surface morphology by SEM . The analysis showed that the polymer composites having the best properties is a composite preparations with a mixed composition ( percent by mass ) PP : alpha - cellulose bagasse : PP - g - MA : BPO : DVB ( 93 : 5 , 0.5 : 0.5 : 1 ) the tensile stress value of 57.91 Nm - 2 , melting point 160 0C , 370 0C decomposition point and had the most homogeneous surface morphology .

Kata kunci: Komposit polimer, alpha-selulosa, alang-alang, ampas tebu, serat sabut kelapa.

## Pendahuluan

Batang tumbuhan monokotil umumnya sebagai sumber bahan serat alam yang merupakan bahan penguat, dan sudah banyak digunakan dalam pempuatan material komposit. Jenis-jenis serat alam yang mengandung selulosa seperti rami, sabut kelapa, alang-alang, digunakan sebagai penguat untuk menghasilkan material komposit yang kuat, ringan, ramah lingkungan, mempunyai densitas rendah, ekonomis dan dapat diperbarui. Berbagai material komposit yang diperkuat dengan serat alam merupakan bahan teknik yang banyak digunakan karena kekuatan dan sifat spesifik yang jauh di atas bahan teknik pada umumnya, sehingga sifatnya dapat didesain mendekati kebutuhan (Jones, 1975).

Penggunaan material komposit mulai banyak dikembangkan dalam dunia industri manufaktur. Material komposit yang ramah lingkungan dan bisa didaur ulang kembali, merupakan tuntutan teknologi saat ini.

Ternyata serat alam telah digunakan sebagai pengisi dan penguat pada termoplastik dengan titik leleh rendah. Ketika ditambahkan pada termoplastik, serat alam memberikan pengaruh pada biaya yang rendah, penguat yang dapat diperbaharui yang juga meningkatkan sifat mekanis seperti pada kekakuan, kekuatan dan defleksi panas di bawah beban. (Clemons, 2002)

Kekuatan serat dapat menjadi faktor penting dalam memilih serat alami khusus untuk aplikasi tertentu. Data pada kekuatan

tarik dari beberapa serat alami pada beberapa percobaan menunjukkan bahwa kekuatan tarik sangat bervariasi tergantung pada jenis serat yang diuji (Bledzki dan Gassan, 1999).

Dalam beberapa penelitian yang telah dilakukan menggambarkan bahwa penggunaan serat dalam komposit telah meningkatkan sifat mekanis dan morfologi. Amash dan Zugenmaier (2000), berdasarkan analisis kalorimetrik menunjukkan bahwa dengan penggabungan dari serat selulosa pada polipropilena menyebabkan adanya peningkatan suhu kristalinitas dan persentase kristalinitas. Juga sifat viskoelastis PP terpengaruh dengan adanya serat selulosa, yaitu meningkatnya sifat mekanik seperti kekakuan tarik.

Penggunaan *coupling agent* pada komposit polipropilena dan selulosa dapat meningkatkan sifat komposit polimer, seperti yang dilakukan Sanchez (2007) yaitu dengan penambahan sejumlah kecil polietilenimin sebagai *coupling agent* pada komposit polipropilena dan selulosa dari kayu *Eucalyptus Globulus* meningkatkan sifat daya regang dan perpanjangan putus, dan peningkatan adesi permukaan dengan adanya polietilenimin. Hwang (2007) yang menjelaskan bahwa dengan adanya penambahan maleat anhidrat sebagai *coupling agent* pada komposit serat rami dan polipropilena dapat memperbaiki sifat mekanik, dimana maleat anhidrat bertindak sebagai intermediate secara kimia untuk menghubungkan serat alam yang bersifat polar dan resin yang mempunyai sifat alami non-polar, dan juga penurunan pada viskositas dari resin yang mana dilihat dari pengurangan titik leleh oleh maleat anhidrat-polipropilena (MAPP), menyebabkan peningkatan area kontak dengan permukaan serat. Bengtsson dkk (2007) membuktikan bahwa penambahan *coupling agent* maleat anhidrat (MAPP) dapat meningkatkan kekakuan komposit secara signifikan, dan melalui uji SEM menunjukkan telah terjadi perbaikan adesi permukaan antara serat dan matriks polimer.

Secara umum, dari hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa penggunaan berbagai serat alam sebagai pengisi yang bersifat

penguat dalam komposit polimer, dan penggunaan maleat anhidrida sebagai *coupling agent* dapat meningkatkan sifat mekanik. Manakala, pemanfaatan alfa-selulosa dari ampas tebu, alang-alang dan sabut kelapa sebagai pengisi yang bersifat penguat sebagai bahan pengisi yang memiliki berat molekul yang berbeda, sehingga sangat dimungkinkan untuk diteliti dengan menggunakan maleat anhidrida dan divinil benzena sebagai *coupling agent*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan komposit yang mempunyai sifat mekanik yang lebih baik.

### Metode

Penelitian ini adalah eksperimen laboratorium, dengan beberapa tahap:

1. Pembuatan alfa-selulosa diperoleh dari pengolahan ampas tebu (AT), sabut kelapa (SK) dan alang-alang (AA). Prosedur pembuatan alfa-selulosa dilakukan dengan metode Okhamafe, melalui perendaman dalam larutan asam nitrat 3,5 %, dan pemutihan menggunakan larutan natrium hipoklorit 1,75 %, manakala pemurnian dengan larutan natrium hidroksida 17,5 %. Hasil dari prosedur ini menghasilkan alfa-selulosa AT, alfa-selulosa SK dan alfa-selulosa AA.
2. Pengukuran berat molekul masing-masing serat alfa-selulosa dengan metode viskositas yang dihitung dengan persamaan Mark-Houwink.
3. Matriks komposit polimer dibuat dari campuran polipropilena dengan setiap alfa-selulosa yang diperoleh yaitu alfa-selulosa AT, alfa-selulosa SK dan alfa-selulosa AA dengan penambahan *coupling agent* PP-g-MA. PP-g-MA dibuat dengan mendegradasi PP dengan benzoil peroksida untuk menurunkan berat molekulnya dan kemudian di *grafting* dengan maleat anhidrida. Penambahkan benzoil peroksida sebagai pendegradasi dan divinil benzena sebagai agen pengikat silang dan juga tanpa divinil benzena. Kemudian dicetak tekan dengan alat penekanan sehingga akan menghasilkan spesimen berupa

lembaran-lembaran film yang selanjutnya akan diuji karakteristik mekanisnya dengan uji tarik, uji morfologi dengan SEM, dan sifat termal dengan DTA.

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Penentuan Berat Molekul dengan Metode Viskositas

Hasil penentuan berat molekul alfa-selulosa dari setiap sumber (Jadual 1) menunjukkan bahwa alfa-selulosa AA (*Imperata Cylindrica*) sekitar 8394,75 mempunyai berat molekul yang paling besar, diikuti oleh alfa-selulosa AT (*Saccharum Officinarum*) sekitar 4508,96 dan alfa-selulosa SK (*Cocos Nucifera*) sekitar 2638,22. Bagaimanapun, tingginya berat molekul pada alfa-selulosa AA berbanding lurus dengan waktu alir yang tinggi, diikuti dengan alfa-selulosa AT dan alfa-selulosa SK yang diukur pada konsentrasi yang sama.

**Jadual 1. Berat Molekul Alfa-Selulosa dari Beberapa Sumber.**

No.	Alfa-Selulosa	Berat Molekul
1	Alang-alang ( <i>Imperata Cylindrica</i> )	8394,75
2	Ampas Tebu ( <i>Saccharum Officinarum</i> )	4508,96
3	Sabut Kelapa ( <i>Cocos Nucifera</i> )	2638,22

### 2. Karakterisasi Berdasarkan Analisa Sifat Mekanik dengan Uji Tarik

Hasil penentuan kuat tarik dan kemuluran dilakukan dengan ASTM-638-72-type IV dan sediaan biokomposit yang dibentuk dengan perbandingan tertentu ditunjukkan pada Jadual 2. Perbedaan kuat tarik dan kemuluran setiap sediaan biokomposit ini didukung dengan penelitian Bledzki Gassan (1999) yang menyatakan data pada kekuatan tarik dari beberapa serat alami pada beberapa percobaan menunjukkan bahwa kekuatan tarik sangat bervariasi tergantung pada jenis serat yang diuji.

Nilai kuat tarik dan kemuluran yang diperoleh diakibatkan karena adanya interaksi antara matriks polipropilena dan  $\alpha$ -selulosa yang dimodifikasi dengan PP-g-MA sebagai *coupling agent* sehingga bereaksi secara kimia, sehingga meningkatkan adesi permukaan antara alfa-selulosa dan matriks. Kenyataan ini didukung oleh hasil penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa penggunaan *coupling agent* mempunyai hubungan yang sangat kuat dengan daya renggang dan kelenturan, karena dapat meningkatkan sifat mekanik dari komposit (Hwang, 2007).

Berdasarkan hasil perhitungan kekuatan tarik dan kemuluran sediaan komposit polimer dengan variasi perbandingan antara PP : alfa-selulosa AT : PP-g-MA : BPO : DVB (93 : 5 : 0,5 : 0,5 : 1) memiliki sifat mekanis paling maksimum yaitu 57,9114 N/m<sup>2</sup>, dan nilai kemuluran yang rendah yaitu 8,9531 % .

**Jadual 2. Hasil Perhitungan Kekuatan Tarik dan Kemuluran Komposisi Komposit.**

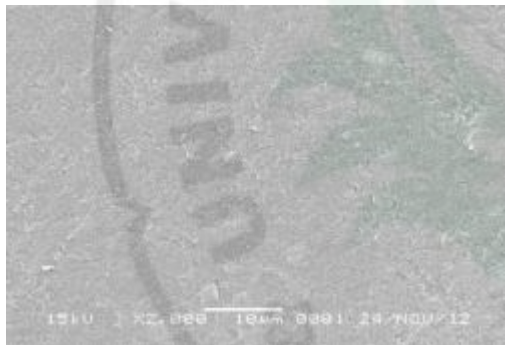
No.	Komposisi Campuran (% Massa)	Kuat Tarik ( $\sigma$ ) (N/m <sup>2</sup> )	Kemuluran (%)
1	PP : $\alpha$ -selulosa AA : PP-g-MA : BPO	42,59	13,05
2	PP : $\alpha$ -selulosa AT : PP-g-MA : BPO	44,39	4,77
3	PP : $\alpha$ -selulosa SK : PP-g-MA : BPO	34,27	8,19
4	PP : $\alpha$ -selulosa AA : PP-g-MA : BPO : DVB	34,04	14,39
5	PP : $\alpha$ -selulosa AT : PP-g-MA : BPO : DVB	57,91	8,95
6	PP : $\alpha$ -selulosa SK : PP-g-MA : BPO : DVB	51,96	9,06

Nilai kuat tarik dari komposit polimer meningkat dengan meningkatnya berat molekul alfa-selulosa dengan melihat data pada Jadual, yaitu 2638,22 untuk berat

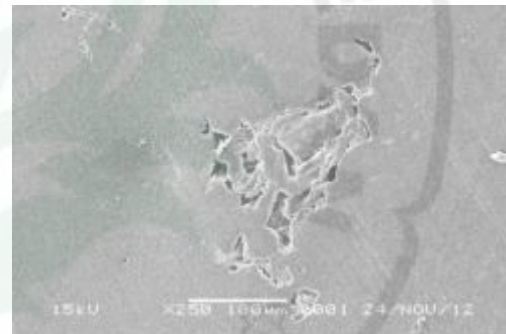
molekul alfa-selulosa SK dengan nilai kuat tarik 51,96 N/m<sup>2</sup> dan 4508,96 untuk berat molekul alfa-selulosa AT dengan nilai kuat tarik 57,91 N/m<sup>2</sup>, manakala berat molekul alfa-selulosa AA sebesar 8394,75 dan terjadi penurunan kuat tarik dengan nilai 34,04 N/m<sup>2</sup>. Ini mengindikasikan terlalu besarnya berat molekul alfa-selulosa menyebabkan tidak optimalnya ikatan yang terjadi, sehingga saat beban diberikan pada komposit dengan uji tarik, beban tidak dapat dibagi secara merata dalam molekul komposit.

### 3. Analisa Sifat Morfologi dengan Uji SEM (*Spectroscopy Electron Magnetic*)

Hasil penentuan SEM dari sediaan biokomposit yang dibentuk dengan perbandingan tertentu ditunjukkan pada Gambar 1 sampai Gambar 6. Hasil dari analisa SEM dapat memberikan informasi tentang bentuk dan perubahan dari suatu bahan yang diuji. Pada prinsipnya bila terjadi perubahan pada suatu bahan misalnya patahan, lekukkan, dan perubahan struktur maka bahan tersebut cenderung mengalami perubahan energi. Energi yang berubah tersebut dapat dipancarkan, dipantulkan, dan diserap serta diubah menjadi gelombang elektron yang dapat ditangkap dan dibaca hasilnya pada foto SEM.



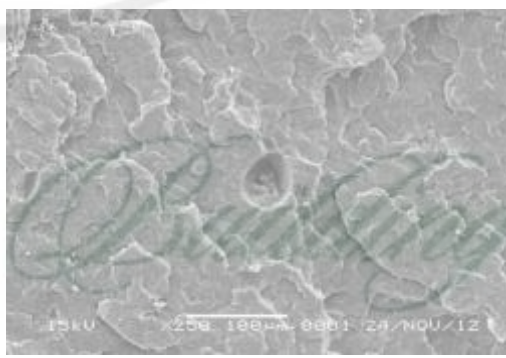
**Gambar 1:** Hasil Uji SEM dari permukaan PP:PP-g-MA: α-selulosa AT: DVB:BPO pembesaran 2000 kali.



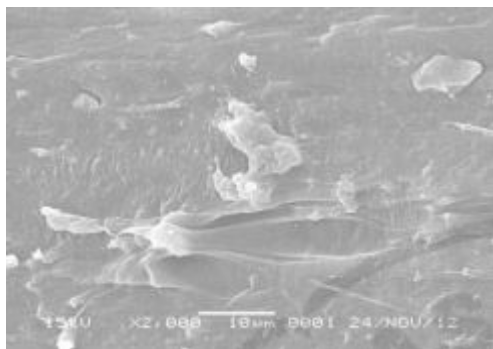
**Gambar 2:** Hasil Uji SEM dari penampang PP:PP-g-MA: α-selulosa AT: DVB:BPO pembesaran 250 kali.



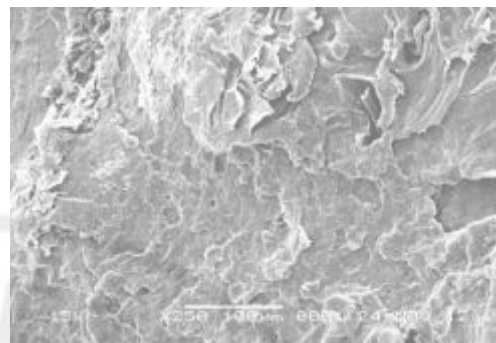
**Gambar 3:** Hasil Uji SEM dari permukaan PP:PP-g-MA: α-selulosa AA: DVB:BPO pembesaran 2000 kali.



**Gambar 4:** Hasil Uji SEM dari penampang PP:PP-g-MA: α-selulosa AA: DVB:BPO pembesaran 250 kali.



**Gambar 5:** Hasil Uji SEM dari permukaan PP:PP-g-MA:  $\alpha$ -selulosa SK: DVB:BPO pembesaran 2000 kali.



**Gambar 6:** Hasil Uji SEM dari penampang PP:PP-g-MA:  $\alpha$ -selulosa SK : DVB:BPO pembesaran 250 kali.

Foto SEM dari permukaan dan penampang pada ketiga komposit menunjukkan dengan adanya penambahan *coupling agent* meningkatkan adesi permukaan antara serat selulosa dan matriks polipropilena. Hal ini didukung oleh penelitian oleh Bengtsson dkk, (2007) yang menyatakan bahwa permukaan komposit menunjukkan dengan adanya penambahan *coupling agent* meningkatkan adesi permukaan pada komposit, hal ini juga didukung oleh penelitian Sanchez (2007) yang menjelaskan hasil foto SEM terhadap komposit tanpa *coupling agent* menunjukkan celah yang besar diantara serat dan matriks, dimana terlihat serat yang tidak menyatu dengan matriks.

Pada foto SEM permukaan dan penampang pada komposit dengan  $\alpha$ -selulosa ampas tebu memberikan gambar yang paling baik dibandingkan dengan komposit dengan alfa-selulosa alang-alang dan sabut kelapa. Hal ini mengindikasikan alfa-selulosa ampas tebu dengan berat molekul 4508,96 terdistribusi merata pada komposit dibandingkan dengan  $\alpha$ -selulosa alang-alang dan  $\alpha$ -selulosa sabut kelapa dengan berat molekul masing-masing 8394,7 dan 2638,22 . Hal ini juga didukung oleh data kuat tarik dan kemuluran yang juga menunjukkan nilai yang paling baik pada komposit dengan alfa-selulosa ampas tebu.

#### 4. Analisa Sifat Termal Dengan Uji DTA (*Differential Thermal Analysis*)

Hasil analisis termogram DTA dari berbagai matriks sampel ditunjukkan (Jadual 3). Dari data termogram TGA PP memperlihatkan adanya puncak endotermis pada suhu 165 °C yang diidentifikasi sebagai temperature leleh, dan adanya puncak eksotermis pada suhu 350°C sebagai temperature terbakar.

Perubahan nilai titik leleh dari polipropilena murni dengan komposit polimer yang dalam hal ini adalah hasil modifikasi (hasil campuran) diduga karena melemahnya sifat gugus ujung dari polipropilena sehingga dibutuhkan suhu yang lebih rendah untuk melelehkan bahan tersebut. Manakala pada temperature terdekomposisi, hasil komposit polimer menunjukkan kenaikan suhu dibandingkan dengan polipropilena murni diduga karena semakin kuatnya interaksi antar bahan campuran sehingga hasil yang didapatkan memiliki suhu terbakar yang tinggi. Hal ini didukung oleh penelitian oleh Amash dan Zugenmaier (2000) yang menyatakan bahwa sifat viskoelastis polipropilena (sifat lelehnya) berdampak oleh adanya serat selulosa dan juga Hwang (2007) yang menjelaskan penurunan pada viskositas dari resin yang mana dilihat dari pengurangan titik leleh oleh maleat anhidrat-polipropilena (MAPP), menyebabkan peningkatan area kontak dengan permukaan serat.

**Jadual 3. Data Analisis Termogram DTA Berbagai Matriks Sampel.**

No.	Jenis Sampel	Titik Leleh (°C)	Titik Dekomposisi (°C)
1	Polipropilena	165	350
2	PP : $\alpha$ -selulosa AT : PP-g-MA : BPO	160	370
3	PP : $\alpha$ -selulosa AA : PP-g-MA : BPO : DVB	160	370
4	PP : $\alpha$ -selulosa AT : PP-g-MA : BPO : DVB	160	380

Namun ketiga komposit polimer menunjukkan nilai titik leleh dan titik dekomposisi yang relative sama, hal ini diduga karena variasi campurannya tidak mengandung bahan-bahan yang mempunyai titik leleh yang berbeda-beda, namun hanya berdasarkan perbedaan berat molekul dari  $\alpha$ -selulosa dan juga kristalinitas yang menyebabkan penurunan titik leleh yang sangat kecil dan sukar untuk dibedakan

### Kesimpulan

1. Telah dihasilkan alfa-selulosa dari ampas tebu (AT), alang-alang (AA) dan sabut kelapa (SK) dengan metode Okhamafe.
2. Penentuan berat molekul dari alfa-selulosa dari ampas tebu (AT), alang-alang (AA) dan sabut kelapa (SK) dilakukan dengan metode viskositas yang dihitung dengan persamaan Mark-Houwink.
3. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode kempa tekan pada suhu 160 °C selama 15 menit.
4. Hasil analisis menunjukkan bahwa komposit polimer yang memiliki sifat terbaik adalah sediaan komposit dengan komposisi campuran (persen massa) PP :  $\alpha$ -selulosa ampas tebu : PP-g-MA : BPO : DVB (93 : 5 ; 0,5 : 0,5 : 1) dengan nilai tegangan uji tarik sebesar 57,91 N.m<sup>-2</sup>, titik leleh 160 °C, titik dekomposisi 370 °C dan memiliki

morfoloji permukaan yang paling homogen.

### Daftar Pustaka

- Amash, A dan Zugenmaier, P., 2000. *Morphology and Properties of Isotropic and Oriented Samples of Cellulose Fibre-Polypropylene Composites*. Institute of Physical Chemistry, Technical University Clausthal, Germany. Volume 41. 1589-1596.
- Bengtsson, M., Bailif, M. L., dan Oksman, K., 2007. Extraction and Mechanical Properties of Highly Filled Cellulose Fiber-Polypropylene Composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, **38**, 1922-1931.
- Bledzki, A. K., dan Gassan, J. 1999. *Progress Polymer Science*, **24**: 221-274.
- Clemons, C.M, 2002. *Microstructural Effects on The Dynamic Fracture Toughness of Cellulose Fiber Reinforced Polypropylene*. Ph.D. Thesis, Univ. of Wisconsin-Madison.
- Hwang, B. S., 2007. *Physical Parameters and Mechanical Properties Improvement for Jute Fiber/Polypropylene Composites by Maleic Anhydride Coupler*. 16<sup>th</sup> International Conference On Composite Materials.
- Jones, R. M., 1975. *Mechanics of Composite Material*. Washington DC : Scripta Book Company
- Sanchez, C. G., 2007. Novel Polypropylene-Cellulose Composites Using Polyethylenimine as Coupling Agent. *Composites Part A : Applied Science and Manufacturing*, **38**, 2005-2012.



THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY