

SIFAT MEKANIK BOKOMPOSIT POLIPROPILENA DAUR ULANG MENGUNAKAN SERAT ALANG-ALANG (*Imperata cylindrica*) *Mechanics Properties of Biocomposite from Recycle Polypropilene with Alang-alang (Imperata Cylindrica)*

Sunardi^{*)}, lin Noor Fitriana^{*)}, Totok Wianto^{**)}

^{*)}Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat

^{**)}Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat

E-mail : sunardialbanyumasi@gmail.com

Diterima 10 Maret 2013, disetujui 20 Mei 2013

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang sintesis dan karakterisasi biokomposit polipropilena bekas dengan alang-alang (*Imperata cylindrica*) sebagai agen penguat/*reinforcement*. Pembuatan biokomposit dilakukan dengan mencampurkan serbuk alang-alang kering dengan polipropilena bekas dengan variasi berat serbuk alang-alang sebesar 0%, 10%, 20%, dan 30% dari berat polipropilena bekas. Biokomposit yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer infra merah (FTIR) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Pengujian terhadap sifat fisik dan mekanik biokomposit yang dihasilkan meliputi uji kerapatan, kadar air, porositas, modulus elastisitas (MOE) dan modulus patah (MOR). Berdasarkan hasil analisis sifat mekanik menunjukkan bahwa biokomposit yang dihasilkan dengan penambahan serbuk alang-alang memiliki sifat yang lebih baik daripada bahan penyusunnya. Biokomposit dengan penambahan 10% serbuk alang-alang menghasilkan material yang memiliki sifat mekanik terbaik dengan nilai MOE dan MOR yang dihasilkan berturut-turut yakni 8818,34 Kg/cm² dan 126,98 Kg/cm².

Kata kunci : biokomposit, alang-alang (*Imperata cylindria*), polipropilena

ABSTRACT

Synthesized and characterization of biocomposites from recycle polypropylene with alang-alang (Imperata cylindrica) as reinforcement have been done. Biocomposites was made by mixing biomass with recycle polypropylene in various amount of alang-alang (0%, 10%, 20%, and 30%). The materials were characterized by FTIR spectroscopy (Fourier Transform Infrared) and SEM (Scanning Electron Microscopy). The physical and mechanical properties of the biocomposite materials were tested in material density, water content, porosity, modulus of elasticity (MOE) and modulus of rupture (MOR). The results was showed that the biocomposites with alang-alang as reonforcement have better properties than their constituent materials. Biocomposites with 10% of alang-alang showed the best physical and mechanical properties with value of MOE and MOR are 8818,34 kg/cm² and 126,98 kg/cm².

Keywords : biocomposites, alang-alang, polypropylene

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komposit saat ini sudah mulai mengalami pergeseran dari bahan komposit berpenguat serat sintetis menjadi bahan komposit berpenguat serat alam. Pergeseran tren teknologi ini dilandasi oleh sifat komposit berpenguat serat alam atau

biokomposit yang lebih ramah lingkungan dan memiliki rasio kekuatan dengan *density* yang tinggi sehingga komponen yang dihasilkan lebih ringan dan sifat mekanik yang lebih baik (Qina *et al.*, 2011). Sifat-sifat mekanik dari biokomposit sangat dipengaruhi oleh serat dan orientasinya, dimana kandungan serat yang tinggi akan menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi

(Zimmermann *et al.*, 2010). Disisi lain, meningkatnya kandungan resin, berarti akan meningkatkan ketahanan produk cetaknya terhadap serangan kimia dan cuaca. Oleh karena itu perbandingan antara serat dan resin memegang peranan yang paling penting untuk menentukan sifat-sifat mekanisnya. Sistem penguat dalam material komposit serat bekerja dengan memanfaatkan aliran plastis dari bahan matriks (yang bermodulus rendah) yang sedang dikenai tegangan, untuk mentransferkan beban yang ada itu kepada serat-seratnya (yang kekuatannya jauh lebih besar) sehingga menghasilkan bahan komposit yang memiliki kekuatan dan modulus yang tinggi (Wambua *et al.*, 2003; Biwas *et al.*, 2011).

Pada penelitian ini telah dilakukan sintesis biokomposit batang alang-alang (*Imperata cylindrica*) dengan polipropilena bekas. Pemanfaatan alang-alang yang digunakan sebagai *filler* untuk dijadikan biokomposit memiliki banyak keuntungan disamping harganya relatif murah, juga dapat mengurangi polusi lingkungan karena sifat - sifat biodegradasinya, sehingga alang-alang dapat digunakan sebagai suatu material baru yang bermanfaat dengan nilai ekonomi tinggi (*ecomaterial*).

II. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) (Shimadzu model FTIR-8201 P), *Scanning Electron Microscopy* (SEM) (SEM JEOL JSM-6360), seperangkat alat-alat gelas merk *pyrex* dan *scot duran*, pengayak ukuran 60 mesh, mortar porselin, desikator, termometer, oven, *stirrer*, alat potong (*cutter*, gunting dan gergaji), mesin gerinda, dan kaca pencetak. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tumbuhan alang-alang (*Imperata cylindrica*) yang diperoleh di daerah Banjarbaru Kalimantan Selatan, akuades, dan polipropilena (PP) diperoleh dari limbah gelas kemasan air mineral.

2.2 Prosedur Kerja

Proses pembentukan komposit meliputi kegiatan penimbangan berat bahan baku, proses *blending* dan pencetakan untuk pembentukan komposit. Sebanyak 150 gram bahan baku polipropilena ditambahkan serbuk alang-alang (*Imperata cylindrica*) dengan penambahan 0%, 10%, 20% dan 30% biomassa. Proses *blending* dilakukan dengan cara memanaskan pelet plastik sampai suhu 170 °C, kemudian dicampurkan dengan serbuk alang-alang. Setelah itu dilakukan pengadukan hingga merata dan kemudian dimasukkan kedalam pencetak lembaran contoh uji dengan ukuran 25 cm x 25 cm x 1 cm. Sejumlah sampel dengan ukuran tertentu disiapkan untuk karakterisasi menggunakan SEM dan FTIR, uji kerapatan, uji porositas dan uji kadar air. Adapun untuk analisis terhadap sifat mekanis dilakukan uji tekan dan uji patah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis FTIR

Biokomposit hasil sintesis dianalisis dengan menggunakan metode spektroskopi FTIR yang berfungsi untuk memberikan informasi mengenai gugus fungsi apa saja yang ada pada biokomposit. Adapun spektrum inframerah dari polipropilena, biomassa alang-alang, dan biokomposit alang-alang dengan polipropilena ditampilkan pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, dapat diamati bahwa telah terjadi pergeseran beberapa pita serapan antara lain pada bilangan gelombang 3448,72 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya vibrasi ulur O-H menjadi 3464,15 cm⁻¹. Hal ini menandakan bahwa pada selulosa alang-alang hasil sintesis dari biokomposit terdapat gugus hidroksil -OH yang lebih bebas yang disebabkan oleh berkurangnya atom-atom yang dapat berikatan hidrogen dengan gugus -OH pada selulosa yang berasal dari lignin, hemiselulosa maupun dari zat-zat ekstraktif (Fengel & Gerd, 1995). Hal yang sama juga terjadi pada puncak spektrum pada bilangan gelombang 1249,87 cm⁻¹ yang mengalami pergeseran bilangan gelombang menjadi 1257,59 cm⁻¹.

Berdasarkan penelitian Muenstri *et al.* (2011) merupakan puncak dari gugus -OH dan cincin siringil milik lignin yang tidak muncul pada spektra milik polipropilena.

Puncak serapan pada bilangan gelombang 2924,09 cm^{-1} dicirikan sebagai vibrasi ulur C-H pada gugus metil yang terdapat pada polipropilena, biomassa alang-alang, dan biokomposit. Pada bilangan gelombang 1458,18 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur dari C-C yang berasal dari rantai polipropilena, yaitu suatu monomer dari polipropilena sehingga pita serapan tidak ditemukan pada biomassa alang-alang. Untuk bilangan gelombang 1381,03 cm^{-1} tidak mengalami pergeseran bilangan gelombang yang menunjukkan adanya vibrasi tekuk dari C-H. Pada bilangan gelombang 1165 cm^{-1} menunjukkan adanya serapan C-C, C-OH dan C-O-C dari rantai polipropilena, dimana pita serapan ini tidak terdapat pada biomassa alang-alang.

3.2 Analisis Sifat Fisis Biokomposit

3.2.1 Kerapatan

Kerapatan biokomposit merupakan salah satu sifat fisis yang sangat berpengaruh terhadap kualitas biokomposit (Haygreen dan Bowyer, 1989). Nilai kerapatan biokomposit pada penelitian ini disajikan pada Gambar 2.

Hasil pengujian kerapatan biokomposit pada penelitian ini terjadi penurunan dari biomassa 0% hingga 30%. Penurunan ini terjadi secara signifikan, artinya semakin besar penambahan biomassa maka kerapatan yang dihasilkan semakin menurun. Pada penelitian ini biomassa 0% yang dihasilkan pada sintesis biokomposit ternyata memiliki kerapatan yang cukup besar, karena matriks yang mengisi mencapai 100%, yaitu berupa polipropilena. Adanya penambahan biomassa alang-alang mengakibatkan terjadinya interaksi biomassa dengan polipropilena, sehingga menyebabkan terbentuknya suatu susunan struktur yang baru. Penambahan biomassa mengakibatkan pola struktur berubah dengan memiliki rongga yang dihasilkan antara matriks dan *filler*.

3.2.2 Kadar Air

Kadar air merupakan sifat dari biokomposit yang mencerminkan kandungan air biokomposit dalam keadaan kesetimbangan dengan lingkungan sekitarnya. Hasil pengujian kadar air biokomposit pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3, nampak bahwa nilai kadar air semakin meningkat dengan penambahan biomassa berupa alang-alang dimana nilai kadar air biokomposit berkisar antara 0,258% sampai 0,715%. Dengan penambahan biomassa maka kadar air yang dihasilkan semakin besar, artinya seiring dengan penambahan biomassa maka struktur yang dihasilkan akan memiliki banyak pori atau rongga sehingga memungkinkan air dapat terserap lebih banyak. Pada 0% biomassa atau murni polipropilena tidak adanya interaksi antara *filler* dan matriks, sehingga matriks berupa polipropilena cenderung memiliki struktur yang sangat rapat dan tidak memiliki pori atau rongga yang dapat menyerap air (Surdia *et al.*, 1999).

3.2.3 Porositas

Porositas yaitu kemampuan suatu biokomposit dalam menyerap air. Porositas atau daya serap air berhubungan langsung dengan kerapatan kayu, porositas merupakan proporsi volume rongga kosong. Nilai rata-rata daya serap air biokomposit yang direndam selama 24 jam disajikan pada Gambar 4.

Pada biomassa 0% menunjukkan nilai porositas sebesar 2,059%, kemudian dengan penambahan biomassa 10% porositas turun menjadi 1,715%, penambahan selanjutnya dengan biomassa 20% dan 30% porositas kembali naik menjadi 2,294 dan 3,144%. Dari data hasil penelitian ini, ternyata nilai porositas yang baik terletak pada penambahan biomassa 10%, yaitu dicapai titik yang optimum. Setelah melewati 10% dalam penambahan biomassa, yaitu pada saat ditambahkan lagi biomassa 20% ternyata nilai porositasnya kembali menuju awal, jadi titik kesetimbangan telah dicapai pada biomassa 10%. Pada penambahan biomassa 10% telah terjadi kesetimbangan dan hal ini relevan dengan data-data sebelumnya bahwa dalam penambahan

biomassa 10% didapatkan hasil yang optimum.

3.2.4 Modulus elastisitas / Modulus of Elasticity (MOE)

Pengujian modulus elastisitas dilakukan untuk mengetahui perubahan kekakuan biokomposit pada berbagai variasi perbandingan, yaitu dengan perbandingan biomassa 0%, 10%, 20%, dan 30%. Nilai modulus elastisitas pada penelitian ini disajikan pada Gambar 5. Modulus elastisitas biokomposit yang dihasilkan berkisar antara 7120,43 kg/cm² hingga 3067,62 kg/cm². Nilai rata-rata modulus elastisitas (MOE) biokomposit disajikan pada Gambar 5. Nilai modulus elastisitas biokomposit meningkat dari biomassa 0% sampai penambahan biomassa 10%. Pada penambahan biomassa 10% yaitu sebesar 8818,34 kg/cm², nilai modulus elastisitas menurun menjadi 8510,34 kg/cm² dan 3067,62 kg/cm² masing-masing berada pada biomassa 20% dan 30%. Didapatkan nilai optimum pada biomassa 10%. Setelah melewati penambahan biomassa 10%, yaitu pada saat ditambahkan lagi biomassa 20% dan 30% ternyata nilai modulus elastisitasnya menurun.

3.2.5 Modulus patah / Modulus of Rupture (MOR)

Modulus patah (MOR) merupakan besaran dalam bidang teknik yang menunjukkan beban maksimum yang dapat ditahan oleh material termasuk dalam hal ini biokomposit per satuan luas sampai material tersebut patah. Nilai modulus patah pada penelitian ini disajikan pada Gambar 6.

Nilai rata-rata keteguhan patah biokomposit berkisar antara 20,58 kg/cm² hingga 126,98 kg/cm². Dari grafik, nilai modulus patah biokomposit menunjukkan hubungan yang linear. Pada biomassa 0% menunjukkan nilai MOR sebesar 92,96 kg/cm², kemudian dengan penambahan biomassa 10% nilai MOR naik menjadi 126,98 kg/cm², penambahan selanjutnya dengan biomassa 20% dan 30% nilai MOR turun menjadi 65,35 dan 20,58 kg/cm². Dari data tersebut, ternyata nilai MOR yang baik

terletak pada penambahan biomassa 10%, yaitu tercapai titik optimum.

3.3 Analisis SEM (Scanning Electron Microscopy)

Biokomposit hasil sintesis dianalisis menggunakan uji foto SEM bertujuan untuk mengetahui morfologi permukaan dari suatu biokomposit. Hasil uji foto SEM untuk biokomposit yang dilakukan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 7.

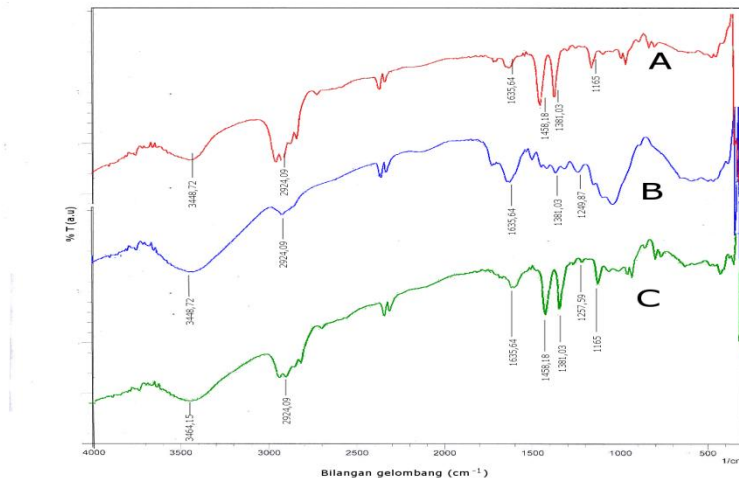
Dari Gambar 7A memperlihatkan permukaan tidak rata namun struktur rapat dari komposit polipropilena murni dan tidak menunjukkan adanya struktur berongga. Permukaan polipropilena yang rapat dan padat ini mendukung nilai kerapatan dari polipropilena yang tinggi seperti pada pembahasan sebelumnya. Berdasarkan gambar terlihat adanya rongga berbeda dengan hasil foto SEM pada biokomposit dengan penambahan 10% biomassa alang-alang seperti yang terlihat pada Gambar 7B. Dari gambar terlihat bahwa terdapat rongga-rongga pada biokomposit yang terbentuk karena adanya penambahan biomassa alang-alang yang menyebabkan berkurangnya kerapatan pada biokomposit. Gambar ini memperlihatkan permukaan yang tidak rata, berongga tampak bahwa biomassa alang-alang memiliki fibril dan *vasculer bundle* (bagian yang terang) yang mengelilingi jaringan parenkim (bagian yang gelap) dan ada tonjolan, juga berpori yang dapat berinteraksi dengan polipropilena.

III. KESIMPULAN

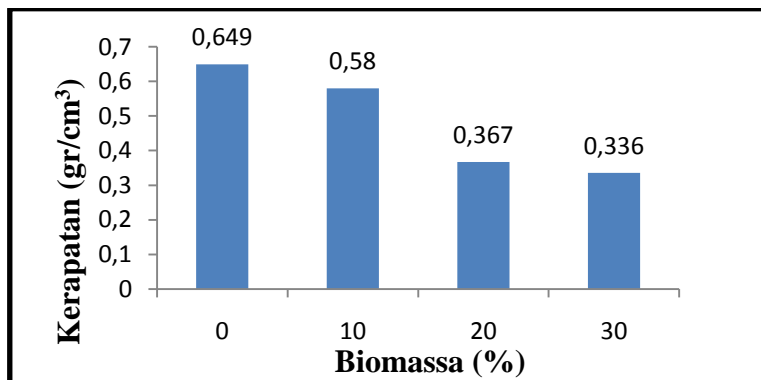
Berdasarkan hasil karakterisasi dengan menggunakan FTIR, SEM, dan uji sifat fisis (kerapatan, kadar air, dan porositas) serta uji mekanis (modulus elastisitas dan modulus patah) menunjukkan bahwa biokomposit yang dihasilkan dengan penambahan 10% biomassa alang-alang dapat memperbaiki karakteristik dari komposit polipropilena daur ulang tanpa penguat dengan nilai MOE dan MOR yakni 8818,34 kg/cm² dan 126,98 kg/cm².

DAFTAR PUSTAKA

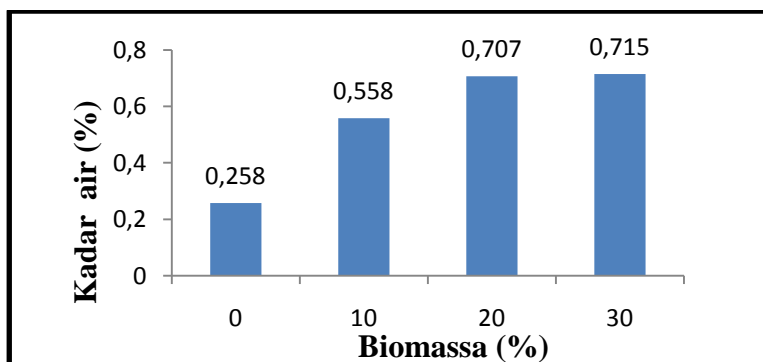
1. Biswas, D., S.K. Bose., M.M. Hossain. 2011. Physical and Mechanical Properties of Ureaformaldehyde-Bonded Particle Board Made From Bamboo Waste. *International Journal of Adhesion & Adhesives*. 31: 84–87.
2. Fengel, D and W. Gerd . 1995. *Kayu, Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
3. Haygreen, J. G and J. L. Bowyer. 1989. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu Suatu Pengantar*. Diterjemahkan oleh Dr. Ir. Sutjipto A. Hadikusumo. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
4. Muensri, P., T. Kunanopparat., P. Menut., S. Siriwattanayotin. 2011. Effect of Lignin Removal on The Properties of Coconut Coir Fiber/Wheat Gluten Biocomposite. *Composites: Part A* 42:173–179.
5. Qina, L., J. Qiu., M. Liu., S. Ding., L. Shao., S. Lu., G. Zhang., Y. Zhao., X. Fu. 2011. Mechanical and Thermal Properties of Poly (lactic acid) Composites with Rice Straw Fiber Modified by Poly (butyl acrylate). *Chemical Engineering Journal*. 166: 772–778.
6. Surdia, T dan S. Shinroku. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Pradnya Paramita. Jakarta.
7. Wambua, P., J. Ivens and I. Verpoest. 2003. Natural fibres: Can They Replace Glass Fibre Reinforced Plastics. *Compos Sci Technol*. 63:1259–64.
8. Zimmermann, T., N. Bordeanu., E. Strub. 2010. Properties of Nanofibrillated Cellulose from Different Raw Materials and its Reinforcement potential. *Carbohydrate Polymers*. 79:1086–1093.



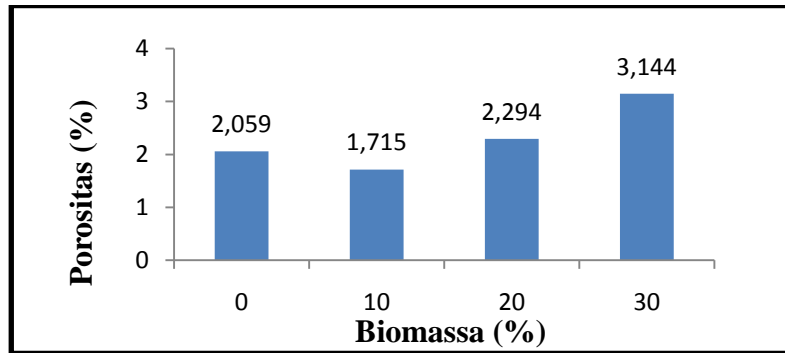
Gambar 1. Spektrum FTIR (A) polipropilena, (B) biomassa alang-alang, dan (C) biokomposit alang-alang dengan polipropilena.



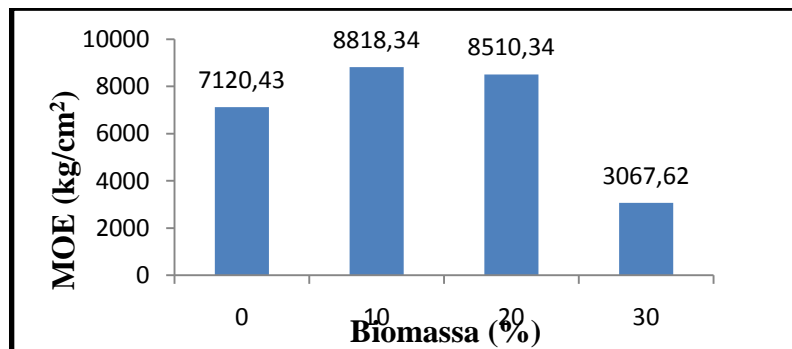
Gambar 2. Grafik hubungan antara biomassa (%) dengan kerapatan.



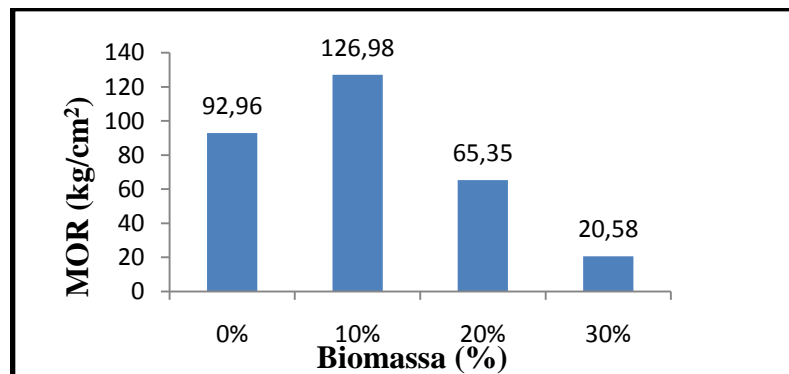
Gambar 3. Grafik hubungan antara biomassa (%) dengan kadar air.



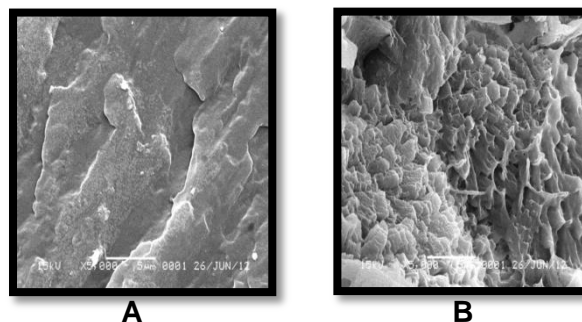
Gambar 4. Grafik hubungan antara biomassa (%) dengan porositas.



Gambar 5. Grafik hubungan antara biomassa (%) dengan Modulus elastisitas (MOE).



Gambar 6. Grafik hubungan antara biomassa (%) dengan modulus patah (MOR).



Gambar 7. Morfologi permukaan komposit polipropilena murni (A) biokomposit dengan biomassa alang-alang (10%).