

SINTESIS DAN KARAKTERISASI POLIMER KOMPOSIT POLIPROPILEN DENGAN *FILLER* TEPUNG TAPIOKA UNTUK BAHAN KEMASAN

Deswita, Aloma Karo Karo, Grace Tj. Sulungbudi dan Sudirman

Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN)-BATAN
Kawasan Puspiptek, Serpong 15314, Tangerang

ABSTRAK

SINTESIS DAN KARAKTERISASI POLIMER KOMPOSIT POLIPROPILEN MENGGUNAKAN *FILLER* TEPUNG TAPIOKA UNTUK BAHAN KEMASAN. Telah dilakukan pembuatan polimer komposit yang *biodegradable* sebagai bahan pengemas dengan cara menambahkan *filler* tepung tapioka, ke dalam polimer sintesis menggunakan metode *blending*. Polimer sintesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah polipropilen *melt flow* 10 (PP10) dan polipropilen *melt flow* 35 (PP35). Variasi komposisi tapioka yang digunakan adalah 50 % berat, 55 % berat, 60 % berat, 65 % berat, 70 % berat dan 75 % berat. Selanjutnya dilakukan karakterisasi meliputi uji mekanik, uji termal, uji strukturmikro dan uji biodegradabilitas. Hasil dari uji mekanik menunjukkan bahwa dengan penambahan *filler* tepung tapioka terjadi penurunan sifat mekanik. Uji termal menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan titik leleh dari termoplastik awalnya. Untuk uji strukturmikro memperlihatkan bahwa antara termoplastik dengan *filler* untuk konsentrasi dibawah 50% berat, komposit polimer ini tercampur secara homogen, sedangkan untuk konsentrasi lebih besar terjadi penggumpalan dan tidak merata. Hasil uji biodegradabilitas menunjukkan bahwa PP10-Tapioka dan PP35-Tapioka dapat digunakan sebagai bahan kemasan karena polimer komposit ini dapat terdegradasi di dalam tanah.

Kata kunci : Polimer komposit polipropilen, Tepung tapioka, Ramah lingkungan, Biodegradabilitas

ABSTRACT

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF POLYPROPYLENE COMPOSITE POLYMER WITH TAPIOCA FILLER FOR PACKAGING MATERIALS. Synthesis of biodegradable composite polymer by adding tapioca meal as filler to a thermoplastic polymer has been done using blending method. The thermoplastic polymer used in this research is a polypropylene with melt flow 10 (PP10), and 35 (PP35). The composition of tapioca were 50, 55, 60, 65, 70 and 75% w/w. Sample characterization carried out involved mechanical testing, thermal analysis, microstructure analysis and the biodegradability test. The tensile strength test result shows that the mechanical property of the sample decreases with the increasing of filler content, while the thermal analysis result shows that the melting point of the sample does not show the significant change. The microstructure result shows that between thermoplastic and filler inside the composite polymer was mixed homogeneously for composition of the filler under 50 percent. For the filler composition greater than 50 percent, the filler was not mixed homogeneously but tend to agglomerate. From biodegradability test result seen that both of the polymer composite of polypropylene sample namely, PP10-Tapioca, and PP35-Tapioca can be used as environmental friendly packaging materials.

Key words : Composite polymer of polypropylene, Tapioca meal, Friendly environment, Biodegradability

PENDAHULUAN

Sejak perkembangan bahan polimer, para ilmuwan telah melakukan banyak usaha untuk memperbaiki sifat bahan ini agar lebih stabil, lebih kuat secara mekanik dan kimia serta tahan lama. Saat ini bahan polimer (plastik) digunakan di berbagai sektor kehidupan. Hampir setiap hari kita membutuhkan plastik untuk berbagai hal, yakni sebagai pembungkus makanan, wadah minuman, untuk keperluan sekolah, kantor, automotif dan berbagai sektor lainnya. Hal ini

dikarenakan plastik memiliki sifat unggul seperti ringan tetapi kuat, transparan, tahan air serta harganya relatif murah dan terjangkau oleh semua kalangan masyarakat [1].

Pada dekade ini tingkat pemakaian bahan plastik terus meningkat seiring bertambahnya jumlah populasi penduduk. Menurut data tahun 1999 tingkat pemakaian polimer perorang pertahun untuk Indonesia adalah sekitar 4,5 kg. Pemakaian polimer yang terus meningkat

menciptakan masalah yang serius terhadap lingkungan berkenaan dengan penanganan limbah plastik tersebut terutama yang berasal dari plastik pengemas. Menurut data dari Dinas kebersihan DKI, 1996, sekitar 26.750 m³/hari dihasilkan oleh penduduk DKI dimana sekitar 7% hingga 8% berupa sampah plastik (± 2000 m³) [2]. Prediksi peningkatan jumlah sampah dan penduduk Jakarta pada tahun 2005 hingga 2020 dapat digambarkan sebagai berikut : tahun 2005 dengan jumlah penduduk 10.298.300 maka jumlah timbunan sampah sebesar 27.752 m³/hari sedangkan tahun 2010 dengan 10.931.207 penduduk akan diperoleh 29.624 m³/hari. Untuk tahun 2015 dan 2020 dengan masing-masing penduduk sebesar 11.603.010 dan 12.316.101 akan diperoleh timbunan sampah sebesar 31.676 m³/hari dan 33.869 m³/hari [3].

Salah satu alternatif strategi penanganan limbah plastik adalah dengan proses daur ulang, tetapi usaha ini belum cukup optimal dan masih menyisakan banyak kontroversi dan diskusi antara para ilmuwan dan publik pemakainya berkenaan tingkat keamanan pemakaian polimer hasil daur ulang.

Berdasarkan hal tersebut, sejak awal tahun 1990-an para ilmuwan telah berusaha mengembangkan bahan plastik tertentu yang kinerjanya sebanding dengan bahan polimer konvensional tetapi bisa didegradasi oleh mikroba. Bahan polimer ini biasa disebut polimer *biodegradable* atau polimer yang ramah lingkungan.

Produk plastik yang kita pakai sehari-hari sebagian besar berasal dari produk samping petrokimia dan bersifat tahan terhadap serangan mikroba. Agar proses *biodegradasi* terhadap polimer bisa terjadi, maka polimer tersebut dapat dibuat melalui dua cara, pertama dengan membuatnya dari monomer yang tidak tahan terhadap mikroba, dan kedua dengan menambahkan aditif atau gugus yang *biodegradabel* ke dalam polimer sintesis. Proses pembuatan polimer *biodegradabel* dengan cara pertama telah banyak dilakukan tapi hasilnya kurang kompetitif secara ekonomi karena harga monomer yang mahal serta ketersediaannya juga terbatas. Salah satu contoh polimer *biodegradabel* yang dibuat cara tersebut adalah polimer yang berasal dari asam laktat (PLA) [5-7].

Pada penelitian ini telah dikembangkan proses pembuatan polimer dengan cara menambahkan *filler* tepung tapioka ke dalam polimer sintesis polipropilen yang biasa digunakan untuk bahan kemasan yang beredar di pasaran. Polipropilen merupakan termoplastik yang kuat, ringan dan bersifat semi kristalin yang banyak digunakan sebagai bahan dasar oleh industri plastik kemasan [8,9].

Dari penelitian ini diharapkan tepung tapioka dapat digunakan sebagai *filler* untuk bahan polimer komposit *biodegradabel* yang bisa diaplikasikan untuk berbagai keperluan antara lain sebagai bahan pengemas.

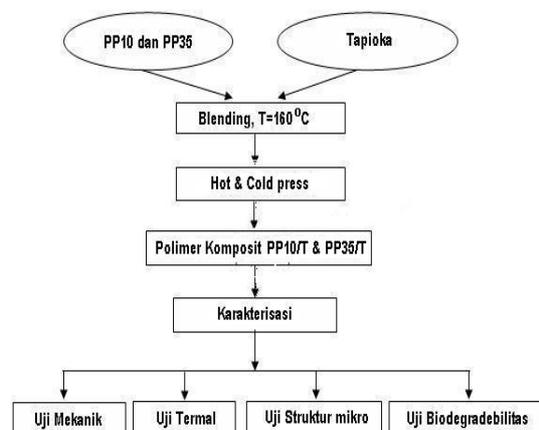
Cara Kerja

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan adalah polipropilen dengan MF10 dan MF35 sebagai matrik yang diperoleh dari produksi PT Tri Polyta Indonesia, Tbk, Cilegon dan bahan tepung tapioka cap 'Angsa Dua' sebagai bahan pengisi (*filler*).

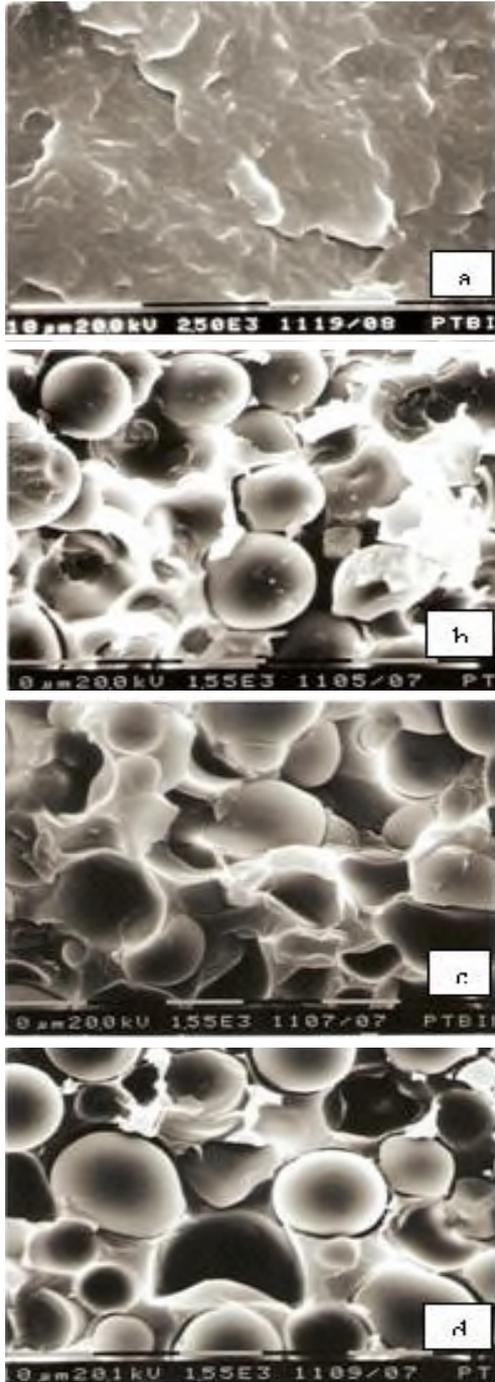
Preparasi sampel diawali dengan pengayakan *filler* dari bahan tapioka menggunakan pengayak tepung *motorized sieve shaker* yang berukuran hingga 325 mesh. Proses pertama dilakukan *blending* untuk PP10 yang dicampurkan dengan tapioka hasil pengayakan pada suhu sekitar 160°C (suhu titik leleh PP10) untuk tiap-tiap campuran tapioka dengan 50 %berat, 55 %berat, 60 %berat, 65 %berat, 70 %berat dan 75 % berat. Proses yang kedua dilakukan *blending* untuk PP35 yang juga dicampurkan dengan tapioka hasil pengayakan pada suhu sekitar 160°C (titik leleh PP35) untuk tiap-tiap campuran tapioka dengan 50 %berat, 55 %berat, 60 %berat, 65 %berat, 70 %berat dan 75 %berat.

Hasil proses *blending* dari kedua cuplikan tersebut kemudian di *hot-press* dengan tekanan masing-masing 150 kg/cm² pada suhu 130°C dan setelah menjadi film tipis langsung dilakukan *cold-press* dan selanjutnya diperoleh bahan polimer komposit PP10-Tapioka (PP10-T) dan PP35-Tapioka (PP35-T).

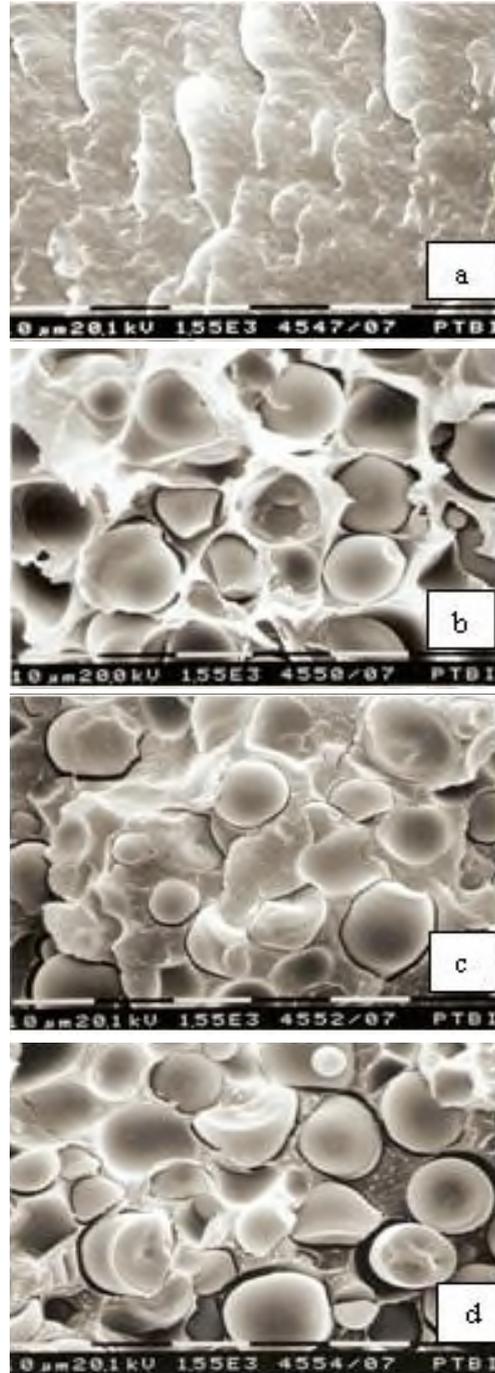
Karakterisasi cuplikan dari bahan polimer komposit PP10-T dan PP35-T dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)* untuk mengamati strukturmikro cuplikan, *Tensile Strength Tester* (merek Toyoseiki) atau uji mekanik, yaitu untuk mengetahui sifat mekanik cuplikan, *Differential Scanning Calorimetry (DSC)* PerkinElmer tipe *DSC7* untuk mengetahui sifat termal cuplikan dan uji *biodegradable* untuk mengetahui proses kerusakan cuplikan, yaitu dengan cara memendam cuplikan di dalam media tanah selama 2 minggu hingga 8 minggu. Proses pembuatan dan karakterisasi bahan polimer komposit PP 10 dan PP 35 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Secara skematik proses pembuatan dan karakterisasi polimer komposit *biodegradabel* MF10 dan MF35



Gambar 2. Strukturmikro cuplikan (a). polipropilen MF10 murni dan (b), (c) dan (d) adalah polimer komposit PP10-T setelah dicampur *filler* tapioka dengan variasi komposisi masing-masing 50 %berat, 60 %berat dan 70 %berat



Gambar 3. Strukturmikro cuplikan (a). polipropilen MF 35 murni dan (b), (c) dan (d) adalah polimer komposit PP35-T setelah dicampur *filler* tapioka dengan variasi komposisi masing-masing 50 %berat, 60 % berat dan 70 % berat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan strukturmikro cuplikan dilakukan mulai dari bahan murni PP10 dan setelah dibentuk bahan polimer komposit untuk variasi *filler* yang berlainan PP10-T. Pada Gambar 1(a) diperlihatkan struktur murni cuplikan PP10 tanpa adanya *filler* tapioka yang mencirikan strukturmikro polimer polipropilen. Pada Gambar 1(b), Gambar 1(c) dan Gambar 1(d) menunjukkan

cuplikan polimer komposit PP10 setelah proses *blending* dengan campuran *filler* tapioka atau PP10-T.

Gambar 3 merupakan foto SEM dari strukturmikro cuplikan PP35 murni tanpa *filler* tapioka (Gambar 3(a)) dan strukturmikro cuplikan PP35-T yang telah dicampur dengan *filler* tapioka dengan variasi komposisi 50 %berat (Gambar 3(b)), 60 %berat (Gambar 3(c)) dan 70 %berat (Gambar 3(d)). Dari Gambar 2 dan Gambar 3 tersebut tampak bahwa proses *blending* bahan

polimer baik untuk PP10 maupun PP35 dengan penambahan *filler* tepung tapioka telah membentuk bahan komposit polimer masing-masing untuk PP10-T dan PP35-T terlihat cukup homogen pada semua komposisi.

Pengujian mekanik dilakukan menggunakan peralatan *UTM Streograph*, yaitu *Tensile Strength Tester* (merk Toyoseiki) mulai dari bahan murni dan bahan komposit hasil campuran dengan *filler* tapioka. Hasil uji mekanik seluruh cuplikan diperlihatkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

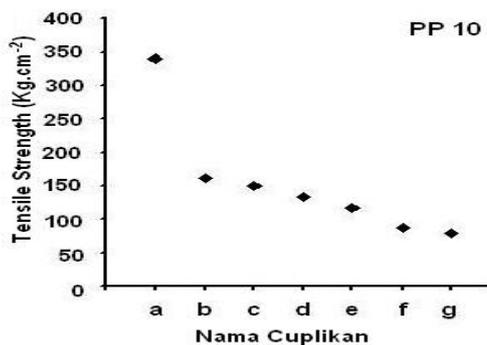
Dari hasil uji mekanik cuplikan terlihat bahwa bahan murni baik PP10 maupun PP35 masing-masing memiliki harga *tensile strength* = 340,34 kg/cm² dan 328,93 kg/cm². Namun kemudian setelah membentuk bahan polimer komposit PP10-T dan PP35-T, sifat mekanik bahan tersebut turun tajam dengan penambahan *filler* tapioka hingga 75 %berat. Penurunan sifat mekanik tersebut ditunjukkan dengan berkurangnya harga *tensile strength*, seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Dari hasil tersebut tampak bahwa semakin tinggi prosentase *filler* tapioka yang ditambahkan pada bahan

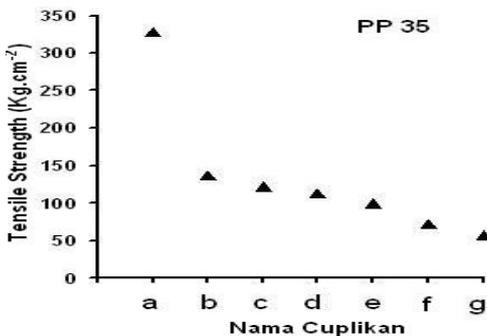
murni PP10 dan PP35 maka sifat mekaniknya semakin menurun. Penurunan sifat mekanik bahan tersebut disebabkan oleh karena sifat plastisitas dari bahan polimer komposit tersebut semakin rendah dengan pertambahan *filler* tapioka.

Hasil termogram cuplikan uji termal dengan alat *DSC* untuk bahan murni PP10 dan polimer komposit PP10-T diperlihatkan pada Gambar 6, sedangkan pada Gambar 7 merupakan hasil uji termal untuk bahan murni PP35 dan polimer komposit PP35-T. Dari hasil uji termal tersebut menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan sifat termal dari bahan polipropilen murni dan bahan polimer komposit. Hal ini ditunjukkan dari titik leleh masing-masing komposit polimer sama seperti titik leleh dari polimer polipropilen murni, yaitu 160 °C. Ini berarti bahwa proses *blending* antara polimer polipropilen murni PP10 dan PP35 sebagai matriks dengan tepung tapioka sebagai *filler* membentuk bahan polimer komposit PP10-T dan PP35-T yang secara kimiawi masing-masing tidak terikat.

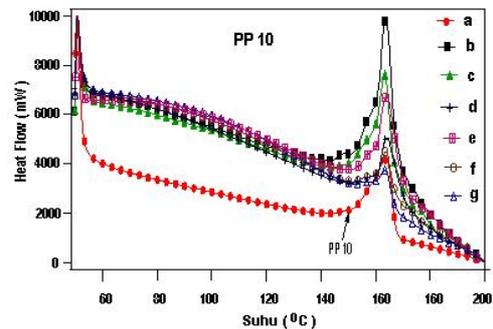
Uji biodegradabilitas dilakukan dengan cara memendam cuplikan polimer komposit di dalam media tanah yang diamati untuk selang waktu 2 minggu hingga 8 minggu. Hasil uji biodegradabilitas cuplikan ditunjukkan pada foto Gambar 8 dan Gambar 9 baik untuk



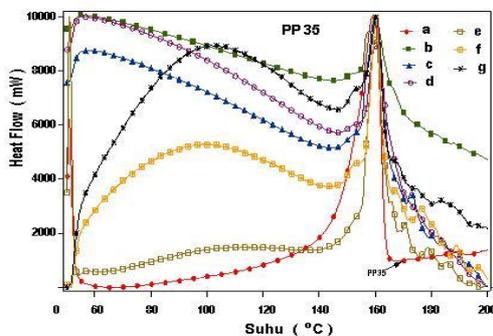
Gambar 4. Hasil pengujian mekanik bahan propilen PP10 murni tanpa *filler* tapioka (a). dan setelah membentuk polimer komposit PP10-T dengan variasi komposisi *filler* 50 %berat, 55 %berat, 60 %berat, 65 %berat, 70 %berat dan 75 %berat, masing-masing profile (b), (c), (d), (e), (f) dan (g).



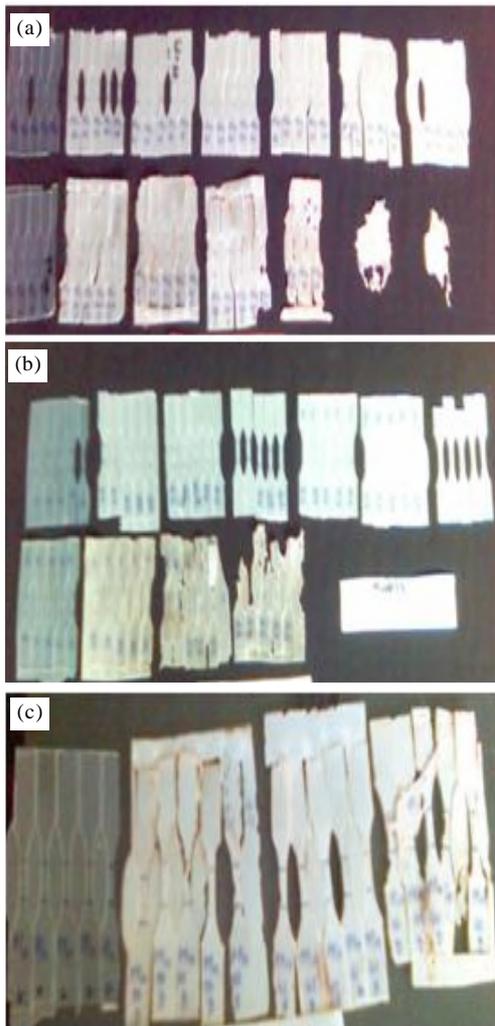
Gambar 5. Hasil pengujian mekanik bahan propilen PP35 murni tanpa *filler* tapioka (a). dan setelah membentuk polimer komposit PP35-T dengan variasi komposisi *filler* 50 %berat, 55 %berat, 60 %berat, 65 %berat, 70 %berat dan 75 %berat, masing-masing profile (b), (c), (d), (e), (f) dan (g).



Gambar 6. Hasil uji termal untuk bahan PP10 murni (a) dan bahan polimer komposit PP10-T untuk kandungan *filler* tapioka 50 %berat, 55 %berat, 60 %berat, 65 %berat, 70 %berat dan 75 %berat, masing-masing profile (b), (c), (d), (e), (f) dan (g).



Gambar 7. Hasil uji termal untuk bahan PP35 murni (a) dan bahan polimer komposit PP35-T untuk kandungan *filler* tapioka 50 %berat, 55 %berat, 60 %berat, 65 %berat, 70 %berat dan 75 %berat, masing-masing profile (b), (c), (d), (e), (f) dan (g).

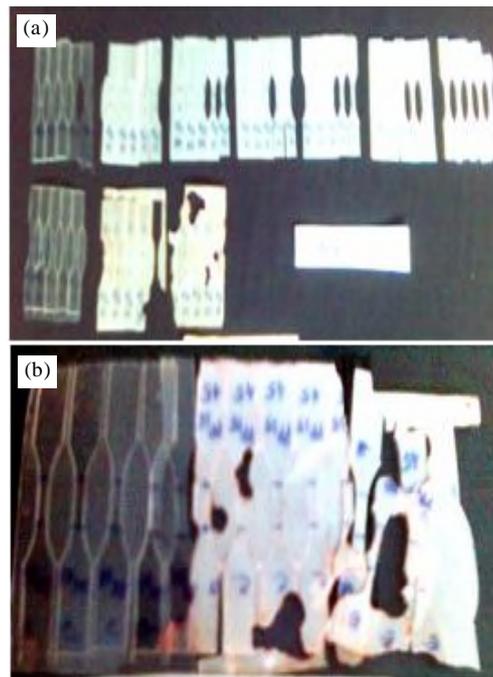


Gambar 8. Foto hasil uji biodegradabilitas polimer komposit PP10-T dengan waktu pendam selama (a). 2 minggu (b). 4 minggu dan (c). 8 minggu

bahan PP10-T maupun PP35-T dalam selang waktu masing-masing 2 minggu, 4 minggu dan 8 minggu. Dari gambar tersebut tampak bahwa waktu pendam dalam tanah selama 2 minggu bahan sudah mulai menunjukkan proses degradasi oleh tanah, terutama untuk bahan polimer komposit PP10-T dengan variasi komposisi tapioka 65 % berat dan 70 % berat, seperti pada Gambar 8(a) dan Gambar 9(a).

Untuk waktu pendam selama 4 minggu cuplikan polimer komposit PP10-T dengan variasi komposisi *filler* tapioka 65 % berat, 70 % berat dan 75 % berat, telah habis terdegradasi di dalam tanah, seperti pada Gambar 8(b) dan Gambar 9(b). Sementara untuk variasi komposisi *filler* tapioka 60 % berat mulai didegradasi di dalam tanah, dan pada waktu pendam 8 minggu komposisi 50 % berat dan 55 % berat mulai terdegradasi di dalam tanah.

Bila dihubungkan antara hasil uji biodegradabilitas dengan uji mekanik, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi persen tapioka yang ditambahkan maka sifat mekanik semakin menurun tetapi semakin mudah terdegradasi. Akan tetapi untuk bahan kemasan



Gambar 9. Foto hasil uji biodegradabilitas polimer komposit PP35-T dengan waktu pendam selama (a). 4 minggu dan (b). 8 minggu

dibutuhkan sifat mekanik yang cukup baik sehingga tidak mudah bocor dan rusak. Dari hasil uji biodegradabilitas tersebut di atas dan hasil uji mekanik maka komposisi % berat tapioka yang memungkinkan untuk dibuat bahan kemasan adalah pada komposisi 50 % berat dan 55 % berat tapioka.

Hal ini karena bahan polimer komposit dengan komposisi *filler* tapioka 50 % berat dan 55 % berat memiliki kekuatan mekanik yang lebih tinggi yang tidak akan mudah rusak, tetapi juga bisa terdegradasi oleh media tanah dari pada bahan polimer komposit dengan variasi komposisi *filler* tapioka lainnya.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa telah dapat dibuat bahan polimer komposit PP10-T dan PP35-T yang terbuat dari campuran bahan PP10 dan PP35 sebagai matriks dengan tepung tapioka sebagai *filler* untuk digunakan sebagai bahan kemasan. Sifat mekanik kedua bahan polimer komposit tersebut berkurang cukup tajam dengan penambahan komposisi *filler* tapioka namun dapat terdegradasi didalam media tanah selama waktu 2 minggu hingga 8 minggu. Komposisi optimum yang memungkinkan untuk dapat digunakan sebagai bahan kemasan adalah bahan polimer komposit dari PP10-T dan PP35-T dengan komposisi *filler* tapioka 50 % berat dan 55 % berat. Hal ini karena pada variasi komposisi tersebut. selain memiliki sifat mekanik yang lebih tinggi dari sifat mekanik bahan komposit lainnya sehingga bahan tersebut tidak mudah rusak, juga bisa terdegradasi dengan baik oleh media di dalam tanah.

DAFTAR ACUAN

- [1]. C. XENOPOULOS, L. MASCIA, and S. J. SHAW, *High Performance Polymers*, **13** (3) (2001) 183-199
- [2]. BPS, Data 1999, Jakarta
- [3]. Harian KOMPAS, 16 Mei 2006
- [4]. R. J. MULLER, *Biodegradability of Polymers: Regulations and Methods for Testing*, Braunschweig, Germany, (2002) 366-374
- [5]. DESWITA, ALOMA KARO KARO dan SUDIRMAN, Pengaruh Penambahan *Filler* Jerami terhadap Sifat Mekanik dan Termal Komposit Berbasis Polipropilena, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Iptek Bahan '02*, P3IB-BATAN, Serpong, (2002) 225-228
- [6]. ENVIS., *Indian Centre For Plastics In The Enviroment*, India, **1** (4) (2003)
- [7]. HALIMATUDAHLIANA, M. NASIR, and H. ISMAIL, Compatiblizing Effect of Ionomer on Mechanical Properties of Polystyrene and Polypropylene Blend. *National Symposium on Polymeric Material 2000*, USM, (2001) 211-215
- [8]. NPL, *Plastics & Adhesives*, The UK's National Measurement Laboratory, Issue 9, (2006)
- [9]. DESWITA, ALOMA KARO KARO, SUDIRMAN dan INDRA GUNAWAN, Modifikasi Polietilen Sebagai Polimer Komposit *Biodegradable* Untuk Bahan Kemasan. *Jurnal Sains Materi Indonesia Edisi khusus Desember 2008*, (2008) 43-47