

Karakterisasi Kekuatan Bending dan Hidrofobisitas Komposit Serat Kulit Waru (*Hibiscus tiliaceus*) Kontinyu Bermatrik Pati Ubi Kayu

Ari Rianto¹⁾, Sudjito Soeparman²⁾, Sugiarto³⁾

Program Magister dan Doktor FT Universitas Brawijaya Malang¹⁾

Pasca Sarjana Teknik Mesin Universitas Brawijaya²⁾

Jl. MT. Haryono Malang

Email: ary_rosneri@yahoo.co.id

Abstract

The development of biopolymer becomes alternative solution of the waste problem which is mostly produced by synthetic polymer. Biopolymer cassava extract which has big potency to be developed as synthetic polymer alternative. Nevertheless, the basic characteristic which is hydrofilyc and low tensile strength makes the polymer film produced not acceptable to be used as synthetic polymer alternative. The method used in this research was continous fiber biocomposite by pressed hand lay up. The matrix was Wau wood fiber which had layer variety 1,2,3,4 and the fiber directions 0° and 90°. The matrix biocomposite uses cassava extract with addition variation of gliserol 5%,10%,15% of dry weight. The experiment testing used bending test standart ASTM C 393 (1997) and moisture test standart ASTM D570-81. From this research, it was found that the highest bending result on fiber variation 3 layers and 5 % matrix gliserol was 50,58 Mpa. The highest elongation on 15% gliserol+1 layer was 35%. The lowest moisture test occurred on 1% laye and 5% matrix was 39.3%.

Keywords: Biocomposite, bending, biopolymer, Waru wood fiber , gliserol.

PENDAHULUAN

Material plastik sintetis begitu meluas penggunaannya di dunia saat ini, bisa dikatakan penggunaan plastik sintetis telah menggeser material-material lainnya seperti logam atau kaca sebagai bahan baku pembuatan berbagai macam peralatan antara lain kemasan makanan, minuman, perabot dapur, *furniture*, peralatan elektronik, peralatan kantor, perabot dapur dan lain sebagainya. Berdasarkan data tahun 2007, di Benua Eropa penggunaan plastik sintetis sangat *dominant* dibanding dengan kawasan lainnya. Di Benua Eropa kemasan plastik digunakan sebanyak 62%, metal 10%, gelas 10%, dan kertas 18%. Begitu juga di Asia penggunaan kemasan plastik sudah mencapai 40%, metal 14%, gelas 12% [1]. Pengembangan Pengembangan bahan plastik *biodegradable/* biopolimer menjadi alternatif solusi penyelesaian masalah sampah/ limbah yang sebagian besar dihasilkan oleh plastik sintetis. Terutama biopolimer berbasis pati ubi kayu yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan

menjadi pengganti plastik sintetis. Namun sifat dasarnya yang hidrofilik dan kekuatan mekanik yang rendah menjadikan film plastik yang dihasilkan belum layak untuk digunakan sebagai alternatif pengganti plastik sintetis. Hal ini mengindikasikan perlunya memperbaiki sifat fisik dan mekanik plastik biodegradabel.

Beberapa penelitian terus dikembangkan dengan biomaterial dengan tujuan untuk mendapatkan material yang ramah lingkungan dan *renewable*. Karnawijaya [2] telah meneliti tentang pemanfaatan pati singkong sebagai bahan baku *edible film*, dimana dari penelitian ini diperoleh bahwa bahan baku pembentukan *edible film* dapat berasal dari pati singkong, hidrokoloid dan gliserol. Sedangkan metode yang digunakan metode *casting* dan penambahan *plasticizer* untuk meningkatkan elastisitasnya. Untuk meningkatkan sifat mekanik biokomposit yang harus diperhatikan adalah sifat adhesif atau ikatan pada matrik dan serat. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti menyatakan bahwa kandungan

optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami *hydrophilic* serat dapat memberikan kekuatan ikatan *interfacial* dengan matrik polimer secara optimal [3].

Pemilihan Serat kulit dari pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) sebagai penguat pada komposit karena serat kulit waru memiliki struktur serat yang kontinyu dan anyaman alami yang kuat tetapi pemanfaatannya masih sangat terbatas dan biasanya masyarakat memanfaatkannya sebagai pengikat untuk memanjat pohon kelapa dan binatang ternak. Sehingga dibutuhkan pemanfaatan yang lebih baik lagi terutama serat kulit waru sebagai alternatif untuk bahan dasar komposit, sehingga nilai tambah dari tanaman ini bisa ditingkatkan.

Dalam penelitian ini dicoba dengan membuat biokomposit dari *biopolymer* pati ubi kayu dan penguat serat kulit waru kontinyu dengan perlakuan alkali yang nantinya diharapkan dapat menghasilkan film plastik dengan tingkat hidrofobisitas yang tinggi (ketahanan air yang tinggi) dan sifat fisik dan mekanik mendekati plastik konvensional seperti polipropilen.

Permasalahan yang akan di angkat sebagai topik utama yaitu :

- 1). Seberapa besar kekuatan *bending* biokomposit berpenguat serat kulit kayu waru (*Hibiscus tiliaceus*) bermatriks ubi kayu dengan dengan variasi penambahan prosentase gliserol dari massa pati dan variasi jumlah *layer* (arah serat 0° dan 90°).
- 2). Seberapa besar daya serap air biokomposit berpenguat serat kulit kayu waru (*Hibiscus tiliaceus*) bermatriks ubi kayu dengan dengan variasi penambahan prosentase gliserol dari massa pati dan variasi jumlah *layer* (arah serat 0° dan 90°).

Agar masalah tidak melebar dari pembahasan utama, maka permasalahan hanya dibatasi pada:

- 1). Metode yang dilakukan dalam pembuatan komposit adalah mengatur arah serat secara kontinyu (*continuous fiber composite*) 0° dan 90° . Variasi pembuatan biokomposit adalah menggunakan laminat 1, 2, 3, 4 *layer*.
- 2). Serat kulit waru diambil dari cabang batang pohon berdiameter ± 5 cm ,

Bentuk serat adalah lembaran kontinyu dengan dimensi panjang dan lebar adalah 10 cm x 3 cm yang di pakai untuk setiap *layer*.

- 3). Penambahan gliserol sebanyak 0%, 5%, 10%, 15%, dari massa pati.
- 4). Perlakuan terhadap serat kulit waru dengan 5 % Alkali selama 2 jam.
- 5). Benda uji dibuat dengan cara *hand lay up* dan dengan penekanan secara manual menggunakan plat baja sebagai cetakan dan penekan

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan merupakan *true experimental research*, sampel uji biokomposit menggunakan ASTM C393 untuk uji bending dan uji daya serap air yaitu dengan memotong spesimen ukuran 2x2 cm kemudian sampel yang sudah dipotong dimasukkan ke dalam botol berisi air selama 24 jam, dari berat kering dan berat sampel yang sudah dikondisikan didapat prosentase penyerapan air. Variasi yang digunakan dalam pembuatan sampel uji yaitu penambahan prosentase gliserol 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat kering pati, untuk serat menggunakan arah serat 0° dan 90° dengan variasi *layer* 1(90°), 2($0^\circ+90^\circ$), 3($0^\circ+90^\circ+0^\circ$), dan 4($0^\circ+90^\circ+0^\circ+90^\circ$) *layer*. Metode pembuatan spesimen dengan *hand lay up*.

Variabel penelitian pada penelitian ini terdapat dua variabel bebas (gliserol dan variasi *layer*) dan dua variabel terikat (kekuatan bending dan uji daya serap air). Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali perulangan spesimen kemudian dirata-rata. Hasil pengujian spesimen biokomposit disajikan dalam bentuk hubungan antara kekuatan bending terhadap jumlah *layer* dan prosentase gliserol, Pengamatan spesimen dilakukan dengan foto makro untuk mengetahui jenis patahan dan kriteria kegagalan pada pengujian bending.

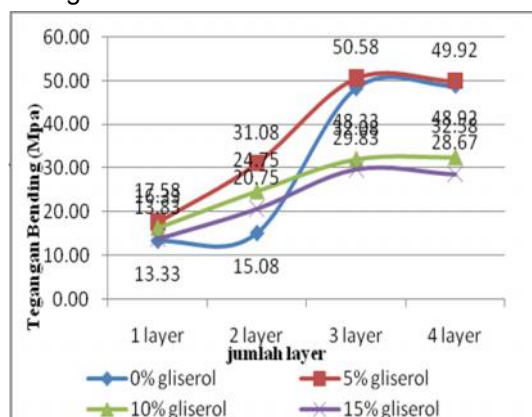
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian *bending* menggunakan *Universal Testing Machine* (Time Group Inc WDW 20E) diperoleh data pembebanan. Data-data dari pengujian

kemudian dimasukkan dalam persamaan-persamaan sehingga di dapatkan tegangan bending dan modulus elastisitas. Hasil pengujian diperoleh besarnya kekuatan bending biokomposit serat kulit waru dan matriks pati ubi kayu dengan penambahan prosentase gliserol adalah sebagai berikut:

Hubungan Antara Penambahan Layer Terhadap Kekuatan Bending Biokomposit Serat Kulit Waru Bermatrik Pati Ubi Kayu/Tapioka

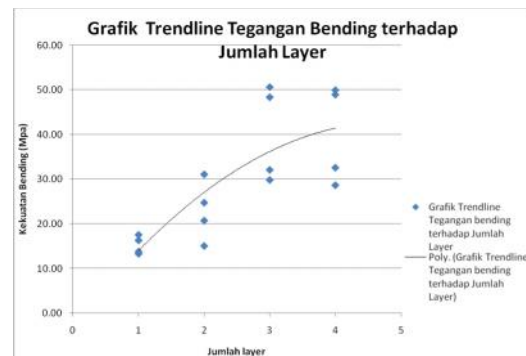
Dari hasil pengujian diperoleh besarnya kekuatan bending biokomposit serat kulit waru dan matriks pati ubi kayu dengan penambahan prosentase gliserol. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh data-data yang ditampilkan pada grafik-grafik sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik tegangan bending serat terhadap variasi jumlah layer

Dari grafik yang diperlihatkan pada gambar 1 dapat dilihat pengaruh penambahan Jumlah layer (serat) terhadap kekuatan bending biokomposit serat kulit waru seiring penambahan layer. Nilai tertinggi didapat pada biokomposit dengan komposisi 5% gliserol + 3 layer serat sebesar 50,58 MPa. Sedangkan untuk nilai terendah terdapat pada biokomposit 0% gliserol dan 1 layer serat sebesar 13,33 MPa. Dari grafik terlihat terjadi kecenderungan peningkatan kekuatan bending, hal ini dapat terjadi karena bertambah besarnya volume serat akibat penambahan layer yang terdapat pada

biokomposit, karena serat sebagai penguat biokomposit sehingga peningkatan kekuatan pada biokomposit terlihat signifikan, selain itu terjadi ikatan/adhesiv yang cukup baik antara matrik pati dan sagu akibat perlakuan NaOH pada serat, karena permukaan serat menjadi lebih kasar dan hidrofilik.



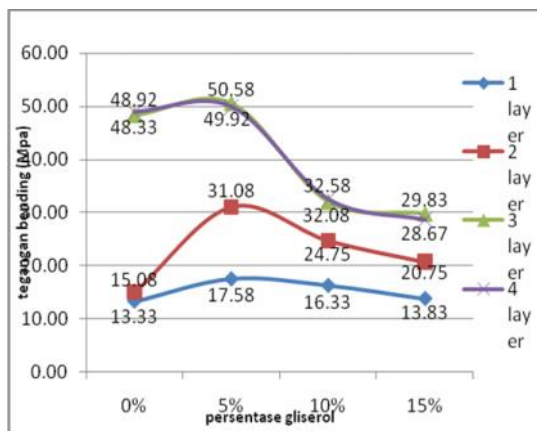
Gambar 2. Grafik *trendline* kekuatan bending terhadap penambahan layer

Gambar 2 menunjukkan grafik tren kenaikan kekuatan bending terhadap penambahan layer, sehingga semakin tinggi penambahan serat (*layer*) semakin meningkatkan kekuatan bendingnya.

Dari hasil foto kegagalan dapat dianalisa sebagai pendukung data-data kekuatan bending yang dihasilkan (lampiran).

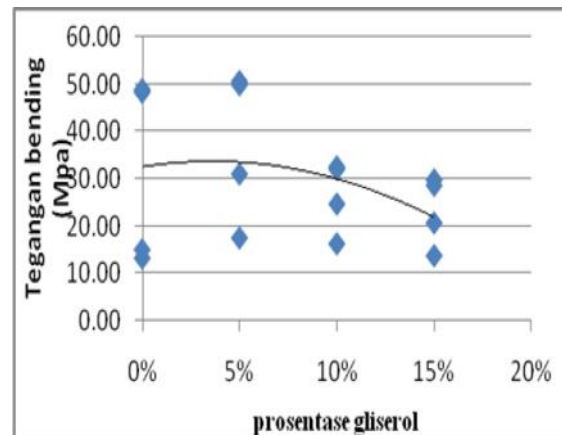
Hubungan Antara Penambahan Prosentase Gliserol Terhadap Kekuatan Bending Biokomposit Serat Kulit Waru Bermatrik Pati Ubi Kayu/Tapioka

Dari hasil perhitungan kekuatan bending dan modulus elastisitas biokomposit diperoleh data-data yang ditampilkan pada tabel 1. sehingga didapatkan grafik Hubungan antara penambahan Prosentase Gliserol terhadap kekuatan bending biokomposit serat kulit waru bermatrik pati ubi kayu/tapioka sebagai berikut:



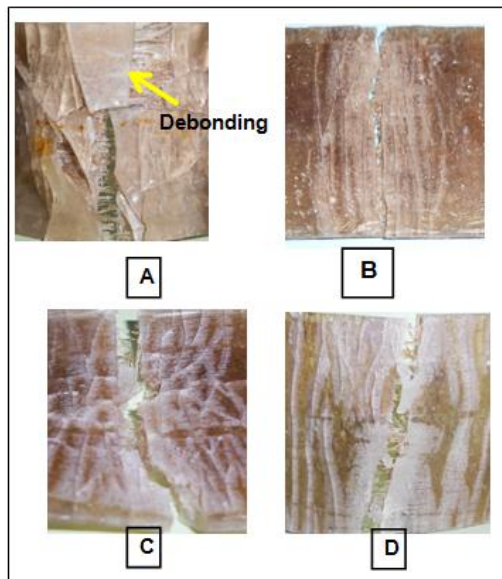
Gambar 3 Grafik tegangan bending serat terhadap variasi prosentase gliserol

Pada gambar 3 menunjukkan hubungan penambahan prosentase gliserol terhadap kekuatan bending biokomposit, terdapat peningkatan kekuatan bending dengan penambahan gliserol pada 5% gliserol tetapi kembali turun pada penambahan gliserol 10% dan 15%, menurunnya kekuatan bending setelah penambahan 10% dan 15% gliserol karena sifat gliserol sebagai pemlastis, sehingga kekuatan bending cenderung menurun tetapi lebih liat, peningkatan terbesar pada komposisi biokomposit 2 layer dan 5% dibandingkan kekuatan bending 2 layer tanpa gliserol yaitu naik 106 %. Peningkatan ini diprediksi karena prosentase pada 5% gliserol masih dianggap mewakili sifat getas dari 0% gliserol tetapi lebih liat dan perambatan retak dapat diikat oleh 5% gliserol dan didukung oleh kekuatan serat 2 layer. Sedangkan untuk 10% dan 15% gliserol terlihat tidak mampu meningkatkan kekuatan tetapi terjadi elastisitas bahan yang tinggi. ini bisa dibuktikan pada tingkat regangan yang meningkat seiring penambahan gliserol.



Gambar 4. Grafik *trendline* hubungan tegangan bending terhadap variasi gliserol

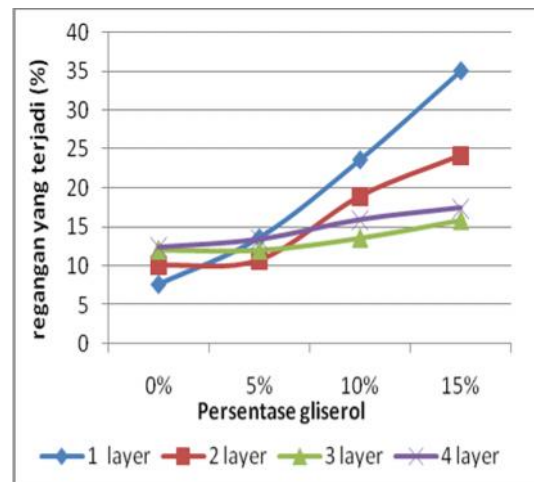
Pada gambar 4. menunjukkan *trendline* pengaruh penambahan prosentase gliserol terhadap kekuatan bending dimana pada prosentase gliserol 5% meningkat kemudian pada penambahan gliserol 10% dan 15% *trendline* menurun akibat sifat pemlastis dari gliserol dan campuran gliserol yang semakin banyak pada pati akan menurunkan kekuatan bending dari biokomposit, nilai kekuatan bending tertinggi dari semua variasi layer terdapat pada penambahan gliserol 5%, untuk biokomposit 1,2,3 dan 4 layer sebesar 17,58 MPa, 31,08 Mpa, 50,58 MPa dan 49,92 Mpa. Kenaikan terhadap kekuatan bending pada 5% gliserol ini karena sifat keras/getas yang dimiliki pati tanpa gliserol masih lebih dominan tapi dengan penambahan 5% gliserol material menjadi lebih lunak dan perambatan retak bisa diminimalisir oleh 5% gliserol



Gambar 5. Foto kegagalan spesimen biokomposit pada pengujian bending. (a. komposisi biokomposit 0% gliserol+2 layer; b. komposisi biokomposit 5% gliserol+2 layer; c. komposisi biokomposit 10% gliserol+2 layer; d. komposisi biokomposit 15% gliserol+2 layer)

Gambar 5. memperlihatkan foto patahan spesimen hasil uji bending pada biokomposit, terlihat pada gambar 5.6a terjadi lepasnya matriks dari serat karena pati tanpa gliserol getas dan kurang baik dalam mengikat serat yang disebut debonding, pada saat beban ditekan ke specimen pati tanpa gliserol tidak bisa mengikuti liatnya serat yang ada dalam matrik sehingga kekuatannya tidak maksimal di dapat pada biokomposit. Sedangkan pada gambar 5.6b dengan penambahan 5% gliserol kekuatan ikatan serat dan matriks sangat kuat sehingga terjadi serat terputus/ *Pullout* dan tidak terlepas seperti pada pati murni, retak dari biokomposit juga tidak mengakibatkan kekuatan bending langsung menurun. Sehingga didapat peningkatan kekuatan bending 106% sebesar 31.08 MPa. Sedangkan untuk penambahan 10% dan 15% gliserol mulai menurun kekuatan bending biokomposit karena matrik mulai elastis.

Hubungan Antara Penambahan Prosentase Gliserol Terhadap Regangan Biokomposit Serat Kulit Waru Bermatrik Pati Ubi Kayu/Tapioka.

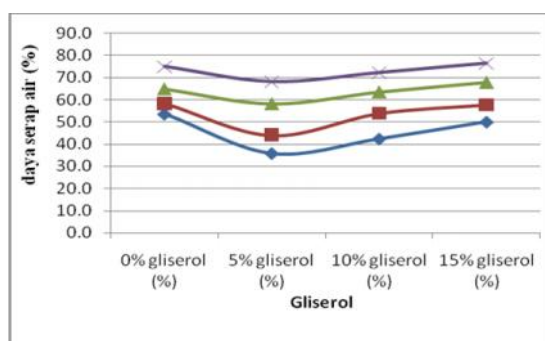


Gambar 6. Grafik Hubungan Regangan terhadap penambahan gliserol tiap layer

Gambar 6 menunjukkan regangan pada biokomposit kulit waru terhadap penambahan gliserol dimana terjadi peningkatan regangan setiap penambahan prosentase gliserol, yang cukup jelas peningkatannya terletak pada komposisi biokomposit 1 layer, dimana volume pati sebagai matrik lebih dominan sehingga pengaruh gliserol lebih terlihat peningkatannya, nilai regangan terbesar pada komposisi 15% gliserol dengan 1 layer sebesar 35,11%. Dan nilai regangan terendah pada biokomposit dengan komposisi 0% gliserol dan 1 layer sebesar 7,6 %. Karena gliserol berfungsi sebagai pemlastis dari pati, maka kecenderungan ini terbukti meningkatkan sifat elastis dari biokomposit dengan matrik pati ubi kayu.

Prosentase Kenaikan Absorpsi Air Terhadap Jumlah Layer Dan Gliserol

spesimen	0% gliserol (%)	5% gliserol (%)	10% gliserol (%)	15% gliserol (%)
1 layer	53.6	35,7	42.3	50
2 layer	58.3	44	54	57.7
3 layer	65.0	58,3	63.6	68.0
4 layer	75	68,2	72.2	76.5



Gambar 7. hubungan persen air yang diserap (*water uptake*) terhadap variasi konsentrasi plasticizer (0, 5, 10 dan 15 %) dan variasi serat selulosa (1, 2, 3 dan 4 layer)

Tampilan hubungan persen air yang diserap (*water uptake*) terhadap variasi konsentrasi *plasticizer* (0, 5, 10 dan 15 %) dan variasi serat selulosa (1, 2, 3 dan 4 layer) dapat dilihat pada Gambar 6. Pada gambar terlihat bahwa penambahan serat pada beberapa variasi mampu meningkatkan ketahanan air pada biokomposit, namun penyerapan air kembali meningkat pada rasio pati-gliserol. biokomposit dengan ketahanan air terbaik adalah pada biokomposit dengan pati 5% gliserol + 1 layer dimana absorpsi air sebesar 35,7 % dibandingkan pati murni tanpa serat yang memiliki nilai penyerapan air sebesar 60,7 %. Sementara itu biokomposit yang memiliki sifat ketahanan air paling rendah didapat pada biokomposit dengan 4 layer serat, sebesar 76,5%. Hal ini bisa terjadi karena pengaruh perendaman serat dengan NaOH yang menyebabkan penampang serat menjadi lebih besar dan lebih hidrofilik karena perlakuan ini membuat lignin yang ada pada serat berkurang, lignin sendiri lebih bersifat hidrofobik, sehingga semakin besar serat yang dipakai pada

biokomposit dengan perlakuan NaOH menyebabkan peningkatan prosentase penyerapan air.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1). Biokomposit dengan menggunakan serat kulit waru berhasil meningkatkan kekuatan bending cukup signifikan dibandingkan dengan bioplastik dari pati (13,57 MPa), hasil tertinggi didapat pada variasi 3 layer dan 5 % gliserol sebesar 50,58 MPa. Dari pengamatan patahan menghasilkan ikatan yang cukup baik antara matrik dari pati dan serat dengan perlakuan 2 jam NaOH, dan penambahan gliserol mengakibatkan elastisitas biokomposit semakin baik,
- 2). Nilai penyerapan air paling rendah pada biokomposit terletak pada variasi 1 layer serat + matrik pati murni sebesar 35,3%. Serat kulit waru cukup baik untuk dipakai dalam pembuatan biokomposit serat alam dan kekuatan bending biokomposit yang dihasilkan lebih baik daripada kekuatan bending polipropilen (12 MPa).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 2011, *Kemasan dan Pangan Harus Aman*. (<http://bataviase.co.id/node/310614>, diunduh januari 2011).
- [2] Karnawijaya M., 2008, "Pemanfaatan Pati Singkong sebagai Bahan Baku Edible Film", *Word paper BESWAN DJARUM Djarum 2008-2009*.
- [3] Bismarck, A., Askzargorta, I.A., Lamphe, T., Wielaye, B., Stamboulis, A., Skenderovich, I., Limbach, H.H., 2002, "Surface Characterization of Flax, Hemp and Cellulose Fibres: Surface Properties and the Water Uptake mhbv Behavior", *Polymer Composite*, Vol 23, no. 5.
- [4] Sugiyono., 2007, *Penuntun Kuliah Karakteristik Bahan Pangan*, Departemen ITP.
- [5] Cui, S. W, 2005, *Food Carbohydrates Chemistry, Physical Properties, and*

Aplications, CRC Press, Boca Raton,
London, New York, Singapore.

- [6] ASTM, 1997, *ASTM D 790 Flexural Properties*.
- [7] ASTM, 1997, *ASTM C 393 Bending properties of plastic*.