

Pengaruh *Thermal Shock* Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Resin Berpenguat Serat Rami

Rozi Saferi¹⁾¹, Hendery Dahlan²⁾, Mulyadi Bur³⁾

¹⁾Mahasiswa S2 Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas Kampus Limau Manis, Padang-25163

Email : rozi_saferi@yahoo.com

^{2,3)}Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas Kampus Limau Manis, Padang-25163

Email : henderyd@yahoo.co.uk

Email : mulyadibur@ft.unand.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi komposit saat ini sudah mulai mengalami pergeseran, dari bahan komposit berpenguat serat sintesis menjadi bahan komposit berpenguat serat alam. Serat alam rami (*Boehmeria Nivea*) memiliki peluang untuk dikembangkan sebagai media penguatan pada resin polimer. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perubahan kekuatan tarik dan bending komposit resin berpenguat serat rami akibat pengaruh lingkungan. Dalam penelitian ini digunakan serat rampintalan dengan diameter 1.5 mm yang ditunen manual dan matriks polyester jenis resin bening. Fraksi volume serat dan resin yang digunakan 9% dan 91%. Tenunan serat divariasikan baik dengan perlakuan NaOH 20% maupun tanpa perlakuan alkali. Komposit dipanaskan di dalam oven listrik pada temperatur 100°C selama 1 jam, kemudian dilakukan pendinginan dengan merendam komposit pada H₂O dengan variasi siklus thermal shock 5, 10, 15, dan 20. Spesimen uji tarik dan uji bending dibuat berdasarkan ASTM D638 dan ASTM D790-03. Hasil penelitian menunjukkan Kekuatan tarik dari komposit resin berpenguat serat rami dengan perlakuan NaOH 20% rata-rata turun 25,66 % dari kekuatan tarik maksimum sebesar 38.4 MPa dan turun 24,51% dari kekuatan tarik maksimum sebesar 29.08 MPa untuk serat tanpa perlakuan NaOH akibat perlakuan thermal shock. Kekuatan bending dari komposit resin berpenguat serat rami dengan perlakuan NaOH mengalami penurunan rata-rata 14.14 % dari kekuatan bending maksimum sebesar 75.08 MPa dan mengalami penurunan 17.34% dari kekuatan bending maksimum sebesar 49.57 MPa untuk serat tanpa perlakuan NaOH akibat pengaruh thermal shock. Bentuk patahan spesimen komposit setelah diberikan perlakuan thermal shock menunjukkan semakin getasnya struktur dari komposit dan semakin rapuhnya serat rami baik dengan maupun tanpa perlakuan NaOH

Kata Kunci: Komposit, rami, thermal shock, sifat mekanik.

Abstract

The recent composite technology has changed from synthetic to natural fibre-reinforced composite. Natural fibre *Boehmeria Nivea* (rami) is one of the promising reinforced medium to polymer resin. The objective of the present work is to investigate the tensile and bending strengths of the *boehmeria nivea* fibre-reinforced resin composite. The present research used a 1.5 mm diameter of woven *boehmeria nivea* fibre and a transparent resin of polyester matrix. The volume fraction of the fibre and resin were 9% and 91%, respectively. The woven fibre was varied with 20% NaOH and without alkali treatment. The composite was heated in electrical oven at 100 °C during 1 hour, and then cooled by immersing the composite in the water at various cycle of thermal shock 5, 10, 15, and 20, respectively. The specimen for tensile and bending test was made according to ASTM D638 and ASTM D790-03. The results showed that the tensile strength of the *boehmeria nivea* fibre-reinforced composite with NaOH 20% treatment decreased 25,66% by average from the maximum tensile strength 38.4 MPa. Meanwhile the tensile strength that of without NaOH treatment decreased 24,51% from the maximum tensile strength 29.08 MPa. Those of bending strength of the tested composite also decreased 14,14% from the maximum value 75,08 MPa; and decreased 17,34% from the maximum bending strength 49,57 MPa, respectively. The fracture shape of the specimen showed both the brittle structure of the composite and the fragile fibre on both with and without treatment.

KeyWords: Composite, rami, thermal shock, mechanical properties

1. PENDAHULUAN

Pada Oktober 2000, di negara-negara Uni-Eropa telah ditetapkan peraturan "End-of-Life Vehicles (ELV) directive (2000/53/EC)", yang menargetkan minimum 85% berat ELV harus dapat diperbaharui pada tahun 2006 dan minimum 95% berat ELV juga harus dapat diperbaharui pada tahun 2015. Selanjutnya pada 20 Desember 2006, FAO jugamendeklarasikan "International Year of Natural Fiber (IYNF) 2009" untuk mendesak berbagai industri manufaktur agar memanfaatkan bahan-bahan serat alam. Kedua aturan tersebut mendukung pemanfaatan potensi *local genius materials* di Indonesia khususnya serat alam dan kayu alam sebagai bahan rekayasa produk teknologi, termasuk *natural composite* (NACO). Dengan demikian, substitusi penggunaan bahan-bahan sintetis dengan bahan alam yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui menjadi persyaratan produk.

Serat alam yang berpotensi sebagai penguat NACO adalah rami karena massanya pendek (55 hari) dan produktifitasnya tinggi (6 ton/kali panen/ha batang basah)[1]. Indonesia memiliki potensi yang cukup besar untuk mengembangkan rami karena memiliki lahan yang relatif luas dan iklim yang cocok untuk tanaman rami. Rami sangat cocok dikembangkan di Indonesia bagian barat yang beriklim basah karena tanaman

¹Penulis korespondensi, tlp: 6275172586

Email: rozi_saferi@yahoo.com

inimemerlukan curah hujan sepanjang tahun. Berdasarkan persyaratan tumbuhnya banyakdaerah yang sesuai antara lain: Jawa Barat, JawaTengah, Jawa Timur, Sumatera Utara danSumatera Selatan.

Dari sekian banyak tanaman serat, rami atau dalam bahasa latin*Boehmeria nivea* adalah salahsatu tanamanyang memiliki kandungan serat yang tinggi dan memiliki karakteristik mirip kapas. Bahkan, rami ternyata terbukti lebih mudah dibudidayakan dibandingkan tanaman kapas [2]. Rami termasuk tanamanyang mudah tumbuh diberbagai kondisi lahannamun saat ini pemanfaatan serat rami di Indonesia hanya sebatassebagai bahan dasar pembuatan kain pakaian dan kertas. Kondisi ini akan memiliki nilai lebih jika serat tersebutdapat digunakan untuk menggantikan serat non alam (*fiber glass*) yang selama ini masih diimpor dariluarnegeri sebagai penguat material komposit. Serat rami dipilih karena mempunyai karakteristikkuat, ringan, tahan lama terhadap penyinaran matahari dan kekuatan serat tidak berubah, tahan air, tahan jamur,serangga dan bakteri [2]. Disamping itu pohon rami cocok di daerah tropis. Perkembanganteknologi komposit saat ini sudah mulai mengalami pergeseran, dari bahan komposit berpenguat serat sintesismenjadi bahan komposit berpenguat serat alam. Serat alam rami (*Boehmeria Nivea*) memiliki peluang untukdikembangkan sebagai media penguatan pada resin polimer. Beberapa penelitian awal menunjukkanbahwa diameter serat rami (jenis rami cina super) dari Garut adalah sekitar 0.22-0.42 mm [3]. Menurut Mueller dan Krobjilobsky [4], massa jenis serat rami adalah 1.5-1.6 gr/cm³ dan kekuatantarik serat rami berkisar 400-1050 MPa. Modulus elastisitas dan regangannya adalah sekitar 61.5GPa dan 3.6%.

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Serat rami ditenun secara manual dengan orientasi 90⁰.
2. Ketebalan spesimen yang akan diuji konstan.
3. Pembebanan yang diberikan adalah statik

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah memperoleh *trendline* pengaruh *thermal shock* terhadap kekuatan tarik dan bending kompositresinberpenguat serat ramibaik dengan perlakuan NaOH 20% maupun tanpa perlakuan alkali.

2. METODE

Proses penelitian dilakukan melalui tahapan persiapan bahan uji. Serat rami dengan dimensi 1.5 mm ditenun secara manual dengan orientasi 90⁰. Serat yang telah ditenun kemudian dilakukan perlakuan alkali (*alkali treatment*)dengan cara direndam dalam larutan alkali yaitu NaOH 20% selama 30 menit. Serat tenunan yang telah direndam kemudian dibersihkan dengan air dan dikeringkan. Tenunan serat rami berfungsi sebagai bahan penguat (*natural fiber*) pada pembuatan komposit untuk calon bahan sudu turbin. Kemudian tenunan serat disusun dalam cetakan yang telah diisi *polyester*. Tenunan serat divariasikan baik dengan perlakuan NaOH 20% maupun tanpa perlakuan Alkali.

Selanjutnya dibuat spesimen uji tarik berdasarkan ASTM D638 [5], dan spesimen uji bending sesuai dengan standar ASTM D790-03 [6], dengan ukuran dimensi spesimenpengujian span(L = 16 d), panjang total (Lo = L + 10%), lebar (b = 4 d) dan tebal (d) sesuai ketebalanmaterialuji yakni 5 mm. Untuk melihat pengaruh dari *thermal shock* terhadap sifat mekanik komposit, spesimen uji diberikan variasi *thermal shock* yaitu dengan cara dipanaskan dalam oven sampai temperatur 100°C selama 1 jam kemudian direndam dalam air dengan variasi jumlah siklus 5, 10,15, dan 20 kali.

Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan *Universal testing machineservo pulser* yang ada pada Laboratorium Bahan Teknik Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Padang sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1



Gambar 1. *Universal testing machineservo pulser*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Panel Komposit

Pembuatan spesimen uji dimulai dengan pembuatan panel komposit dengan beberapa alat dan bahan. Alat untuk pembuatan panel komposit terdiri dari mal tenunan manual, cetakan komposit, gergaji, dan timbangan digital, sedangkan bahan berupa serat rami, resin polyester, NaOH, dan hardener seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat dan bahan pembuatan komposit

Pembuatan Mal Tenunan Rami

Mal tenunan terbuat dari kayu berbentuk persegi dengan dimensi 20 x 20 cm. Paku disusun di sekeliling mal dengan jarak 1 cm sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3



Gambar 3. Mal Tenunan Rami

Pembuatan Cetakan Komposit

Cetakan untuk pembuatan panel komposit terbuat dari *acrylic* tebal 5 mm dengan ukuran cetakan adalah 400 x 200 x 5 mm. Proses pembuatan cetakan komposit dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses pembuatan cetakan

Penyiapan Serat

Proses persiapan serat rami sebagai serat yang digunakan untuk komposit dilakukan dengan menenun secara manual dengan mal tenunan ukuran 20 x 20 cm. Hasil tenunan manual diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil tenunan rami secara manual

Selanjutnya tenunan serat dilakukan perlakuan alkali (*alkali treatment*) dengan cara direndam dalam larutan alkali yaitu NaOH 20% selama 1 jam. Tenunan serat rami yang telah direndam kemudian dibersihkan dengan air dan dikeringkan. Pengeringan dilakukan pada udara terbuka sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengeringan Tenunan rami setelah perlakuan NaOH

3.2 Proses Pembuatan Komposit

Pembuatan panel komposit dimulai dengan menyiapkan cetakan yang berbentuk persegi dengan dimensi 400 mm x 200 mm x 5 mm yang telah diberi wax diseluruh permukaannya. Pemberian wax ini bertujuan agar komposit tidak menempel jika dikeluarkan dari cetakan sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pemberian wax pada permukaan panel cetakan

Proses selanjutnya resin polyester dengan hardener dicampur sampai merata dengan perbandingan 450 ml : 1 ml., kemudian dituang ke dalam cetakan komposit sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Pencampuran resin dan hardener

Setelah itu disiapkan tenunan rami tanpa dan dengan perlakuan NaOH, kemudian dimasukkan resin secara merata sebagai lapisan pertamaselanjutnya diikuti dengan memasukkan tenunan rami pada lapisan berikutnya dan ditutup kembali dengan resin pada lapisan atasnya sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Pembuatan Komposit

Fraksi volume yang dipilih untuk serat rami 9% dan resin polyester 91%. Setelah cetakan penuh, kemudian ditunggu komposit sampai kering merata lebih kurang 12 jam. Hasil berupa panel komposit berbasis serat rami dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Komposit yang telah kering

3.3 Pengaruh *Thermal Shock*

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh *thermal shock* terhadap kekuatan tarik dan bending dari material komposit, resin berpenguat serat rami 1 lapis baik dengan maupun tanpa perlakuan NaOH20% yang dipanaskan dalam oven dengan temperatur 100°C selama 1 jam dengan jumlah siklus *thermal shock* berturut-turut 5, 10, 15, dan 20, siklus. Data hasil pengujian sifat mekanik komposit terhadap pengaruh *thermal shock* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai rata-rata kekuatan tarik dan bending komposit resin berpenguat serat rami terhadap jumlah siklus *thermal shock*

Sifat Mekanik	Perlakuan Alkali	Jumlah Thermal Shock				
		0	5	10	15	20
Kekuatan Tarik (MPa)	NaOH 20%	38.4	32.22	27.2	20.16	11.07
	Tanpa NaOH	29.08	24.3	15.9	12.31	9.3
Kekuatan Bending (MPa)	NaOH 20%	75.08	72.64	67.81	65.56	37.06
	Tanpa NaOH	49.57	38.05	25.2	24.82	22.03

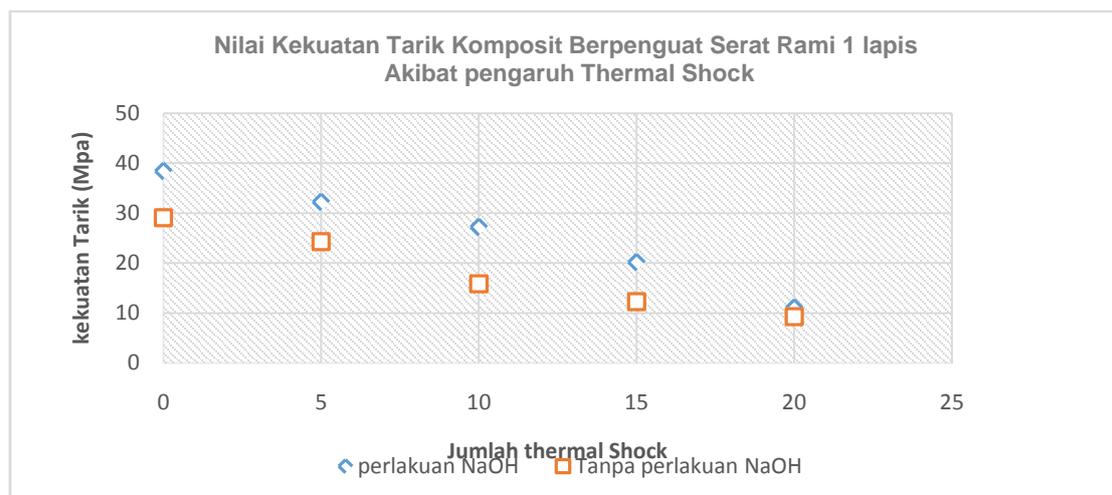
Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel1, komposit resin berpenguat serat rami mengalami degradasi kekuatan tarik dan bending akibat pengaruh jumlah siklus *thermal shock*. Persentase penurunan kekuatan tarik dan bending komposit, resin berpenguat serat rami 1 lapis dengan dan tanpa perlakuan NaOH20% akibat variasi siklus *thermal shock* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Persentase penurunan kekuatan tarik dan bending kompositresin berpenguatserat ramiterhadap jumlah siklus *thermal shock*

Sifat Mekanik	Perlakuan Alkali	Persentase penurunan kekuatan tarik dan bending			
		Jumlah <i>thermal shock</i>			
		5	10	15	20
Kekuatan Tarik	NaOH 20%	16.09	15.58	25.88	45.09
	Tanpa NaOH	16.44	34.57	22.58	24.45
Kekuatan Bending	NaOH 20%	3.25	6.65	3.32	43.37
	Tanpa NaOH	23.24	33.37	1.51	11.24

3.4 Kekuatan Tarik

Gambar 11 menunjukkan data hasil pengujian tarik kompositresin berpenguat serat ramiakibat pengaruh jumlah *thermal shock*. Pengujian tarik dengan parameter jumlah siklus *thermal shock* menunjukkan bahwa jumlah siklus *thermal shock* yang diberikan pada komposit seperti yang ditunjukkan pada sumbu horizontal, akan menyebabkan kekuatan tarik yang ditunjukkan pada sumbu vertikal akan semakin menurun. Dengan kata lain, semakin banyak jumlah siklus *thermal shock* yang diberikan akan menyebabkan semakin menurunnya kekuatan tarik dari komposit. *Trendline* dari penurunan kekuatantarik kompositberbasis serat rami terhadap pengaruh *thermal shock* cenderung linear.



Gambar 11. Nilai kekuatan tarik komposit akibat pengaruh *thermal shock*

Pada Gambar 11 terlihat terjadi degradasi atau penurunan kekuatan tarik kompositresin berpenguat serat rami seiring dengan naiknya jumlah siklus yang diberikan. Penurunan kekuatan tarik kompositresin berpenguat serat rami disebabkan oleh berubahnya struktur komposit cenderung menjadi getas (*brittle*) akibat pemanasan dan turunnya daya ikat antar permukaan (*interfacial bonding*) antara serat dan matrik sebagai akibat air berdifusi ke dalam serat rami.

Gambar 12 menunjukkan bentuk patahan spesimenuji tarik material kompositresin berpenguat serat rami dengan dan tanpa perlakuan NaOH 20% yang diberikan thermal shock. Peristiwa ini mengindikasikan nilai kekuatan komposit akan semakin menurun seiring dengan kenaikan jumlah siklus *thermal*. Semakin banyak *thermal shock* yang diberikan menyebabkan semakin getasnya stuktur dari komposit dan semakin rapuhnya kompositresin berpenguat serat rami baik dengan perlakuan maupun tanpa perlakuan NaOH 20%



a



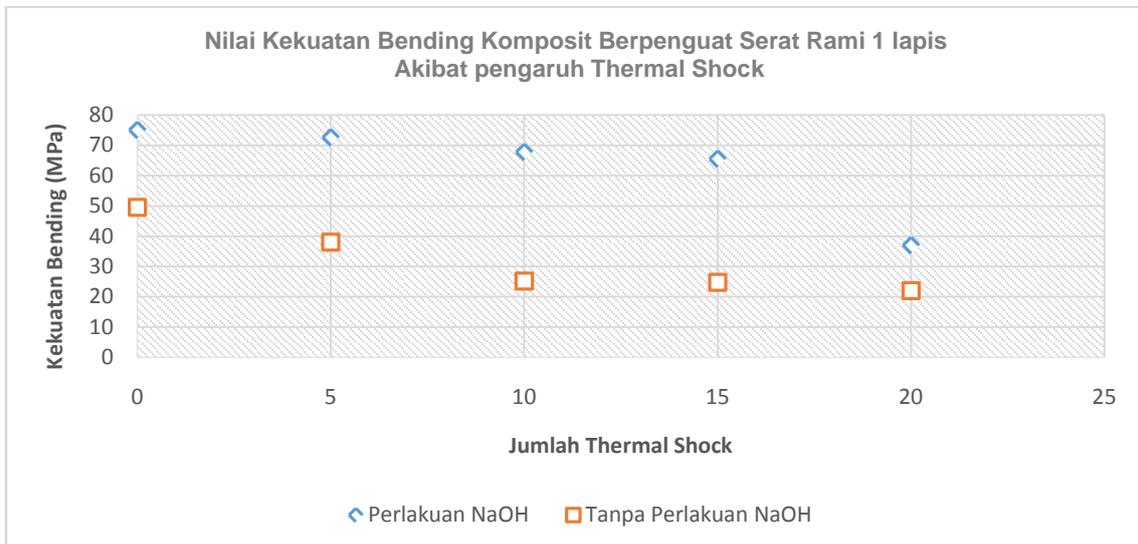
b

Gambar 12. Foto makro bentuk patahan spesimen uji tarik

- a. Spesimen tanpa perlakuan NaOH
- b. Spesimen dengan perlakuan NaOH 20%

3.5 Kekuatan bending

Gambar 13 menunjukkan hasil pengujian bending komposit akibat jumlah *thermal shock*. Pengujian bending dengan parameter jumlah siklus *thermal shock* menunjukkan bahwa jumlah siklus *thermal shock* yang diberikan pada komposit seperti yang ditunjukkan pada sumbu horizontal, akan menyebabkan kekuatan bending yang ditunjukkan pada sumbu vertikal akan semakin menurun. Dengan kata lain, semakin banyak jumlah siklus *thermal shock* yang diberikan akan menyebabkan semakin menurunnya kekuatan bending dari komposit. *Trendline* dari penurunan kekuatan komposit hibrid terhadap pengaruh *thermal shock* cenderung linear.



Gambar 13. hasil pengujian bending komposit akibat jumlah *thermal shock*

Gambar 14 menunjukkan foto makro patahan dari spesimen uji bending Material komposit resin berpenguat serat rami baik dengan maupun tanpa perlakuan NaOH akibat pengaruh jumlah *thermal shock*. Kegagalan yang terlihat pada spesimen uji bending didominasi oleh semakin getasnya komposit. Siklus *thermal* mengurangi daya ikat antara serat rami dan matrik sehingga menyebabkan semakin rapuhnya serat rami yang merupakan salah satu penyebab turunnya kekuatan komposit.



a



b

Gambar 14 Foto makro patahan spesimen uji bending komposit setelah diberikan siklus *thermal*

- a. Spesimen tanpa perlakuan NaOH
- b. Spesimen dengan perlakuan NaOH 20%

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitiandapat disimpulkan bahwaKekuatan tarik dari komposit resin berpenguat serat rami dengan perlakuan NaOH 20% rata-rata turun 25,66 % dari kekuatan tarik maksimum sebesar 38.4 MPa dan turun 24.51% dari kekuatan tarik maksimum sebesar 29.08 MPauntuk serat tanpa perlakuan NaOH akibat perlakuan *thermal shock*. Kekuatan bending dari komposit resin berpenguat serat rami dengan perlakuan NaOH mengalami penurunan rata-rata 14.14 % dari kekuatan bending maksimum sebesar 75.08 MPa dan mengalami penurunan 17.34% dari kekuatan bending maksimum sebesar 49.57 MPa untuk serat tanpa perlakuan NaOH akibat pengaruh thermal shock. Bentuk patahan spesimen komposit setelah diberikan perlakuan thermal shock menunjukkan semakin getasnya stuktur dari komposit dan semakin rapuhnya serat rami baik dengan maupun tanpa perlakuan NaOH

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budi, U.S., Hartati, S., Purwati, D.R., 2005, *Biologi Tanaman Rami*, Monograf Balittas No.8,
- [2] Maiti, R, 1997, *World Fiber Crop: Ramie (Boehmeria nivea)*, ch.4, pp.63-73, Science publ., USA
- [3] Marsyahyo,E., Soekrisno,R., Rochardjo,H.S.B., Jamasri,. 2009, *Preliminary Investigation on Bulletproof Panels Made from Ramie Fiber Reinforced Composites for NIJ Level II, IIA, and IV*, Journal of Industrial Textiles,Vol. 39, No. 1.
- [4] Mueller, D.H., Krobjilowski, A., 2003. *New Discovery in the Sifates of Composites Reinforced with Natural Fibers*. *Journal of industrial textiles*, vol. 33, no. 2—october 2003 1111528-0837/03/02 0111–20 \$10.00/0 doi: 10.1177/152808303039248_2003 Sage Publications.
- [5] ASTM D 638, 2002. *Standart Test Methode for Tensile Sifates of Plastic*. American Society for TestingMaterials, Philadelphia, PA.
- [6] ASTM D 790, 1998. *Standart Test Methode for Flexure Sifates of Plastic*. American Society for Testing andMaterials, Philadelphia, PA.