

## Studi Ketahanan Benturan pada Komposit Serat Rami-Epoksi dan Polimer *Blend* ABS-PP untuk Aplikasi Bahan Alternatif Soket Prostesis

Fadli Robiandi<sup>1</sup>, Ikal M<sup>2</sup>, Menasita M<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, JSTPK, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan. Email: fadlirobiandi@itk.ac.id

<sup>2</sup>Program Studi Fisika, JSTPK, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan. Email: 01151007@itk.ac.id

<sup>3</sup>Program Studi Fisika, JSTPK, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan. Email: menasita@itk.ac.id

---

### Abstract

Fabrication of rami fiber based on composite with epoxy matrixes and polymer blend of ABS-PP for alternative prosthetic socket application have been conducted. This research attempts to analyze impact resistance of rami-epoxy based on composite and polymer blend base ABS-PP. Those sample was made by hand lay up and simple hot casting method at a temperature of 250 °C. rami-epoxy based on composite and polymer blend samples with volume fraction variation 0%, 25%, 50% and 75%. The result of charpy impact test showed an increase in impact energy along with an increase in the volume fraction of rami. In other hand, an increase in ABS volume fraction could reduce the impact energy of polymer blend samples. From impact testing result, both samples showed brittle like-structure. Broken fiber with low fiber pull out mechanism was found out in rami-epoxy composite samples. Polymer blend samples showed pull out mechanism on ABS grain.

Keywords: composite, impact energy, impact testing, prosthesis

---

### Abstrak

Pembuatan komposit serat rami dengan matriks epoksi dan polimer campuran ABS dengan PP sebagai material alternatif soket prostesis telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari ketahanan benturan (impact) pada kedua jenis komposit tersebut. Komposit serat rami-epoksi diprabrikasi dengan metode hand lay up dan komposit PP/ABS difabrikasi dengan metode simple hot casting pada temperatur 250° C. Sampel komposit serat rami dan polimer blend ABS-PP dibuat dengan variasi fraksi volume 0%, 25%, 50% dan 75%. Dari hasil uji benturan metode charpy komposit serat rami-epoksi mengalami peningkatan energi impact seiring dengan peningkatan fraksi volume serat rami. Hasil ini berkebalikan dengan komposit ABS-PP yang mengalami penurunan energi impact seiring bertambahnya fraksi volume ABS. Bentuk patahan komposit serat rami-epoksi dan polimer ABS-PP adalah brittle. Pada sampel serat rami-epoksi terjadi mekanisme fiber break dan sedikit fiber pullout. Pada sampel polimer ABS-PP terjadi mekanisme pull out pada butir ABS.

Kata Kunci: energi impact, komposit, prostesis, uji benturan,

---

### 1. Pendahuluan

Prostesis merupakan alat buatan yang dibuat untuk menggantikan fungsi bagian tubuh manusia akibat kerusakan, trauma, dan lainnya. Prostesis biasanya didesain menyerupai bentuk bagian tubuh manusia. Prostesis terdiri beberapa bagian salah satunya adalah soket prostesis. Soket merupakan bagian penghubung antara prostesis kaki atau tangan dengan bagian tubuh yang masih tersisa.

Bahan baku untuk soket prostesis konvensional biasanya menggunakan bahan polimer, seperti: polietilena (Park, 2002), polipropelina (Goh, 2002), akrilik, Akrilonitril butadiena stirena (ABS) dan poliuretan (Young, 2014). Bahan polimer tersebut biasanya dihasilkan dari pengolahan minyak bumi yang merupakan sumber daya alam takterbarukan. Sifat mekanik bahan polimer ini lebih rendah dibanding metal, sehingga membutuhkan perlakuan tertentu untuk meningkatkan kekuatannya mekaniknya.

Komposit merupakan material potensial yang dapat dijadikan bahan pembuatan prostesis (Nurhanisah, 2017). Komposit terdiri dari matriks atau pengikat dan *filler* yang berfungsi sebagai pengisi atau *reinforced*. Kelebihan komposit adalah sifat mekanik yang didapatkan lebih baik dari sifat pada material pembentuknya. Dengan demikian, kelebihan sifat mekanik dari dua jenis material atau lebih dapat digabungkan. Matrik dan *filler* pada komposit dapat berupa material polimer sintesis atau bahan alami. Komposit yang menggunakan bahan alam disebut dengan biokomposit.

Biokomposit merupakan komposit yang terbentuk dari matrik ataupun *filler* dari bahan alami. Salah satu kelebihan komposit jenis ini adalah bahan mentah komposit dapat dibudidayakan sehingga ketersediannya dapat diperbarui. Bahan alam memiliki kekuatan yang mekanik yang cukup baik. Bahan alam yang dapat dimanfaatkan sebagai *filler* biokomposit adalah rami (Tresna, 2009).

Tanaman rami dikenal dengan nama ilmiah *Boehmeria nivea* (L) Groud merupakan tanaman dengan rumpun yang dapat menghasilkan serat dari kulit kayunya. Serat rami mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan serat kayu lain seperti kekuatan tarik, daya serap air, tahan terhadap kelembapan serta relatif lebih ringan dari serat sintetis. Rami mudah dikembangbiakkan di daerah tropis, tahan terhadap penyakit dan hama. Dengan demikian, rami merupakan bahan alam yang potensial sebagai bahan baku komposit untuk soket prostesis (Agustinus, 2009).

Beberapa penelitian telah dilakukan tentang pemanfaatan rami sebagai bahan biokomposit seperti pemanfaatan komposit berbasis rami sebagai bahan alternatif soket prostesis (Tresna, 2009), material biodegradable (Kumar, 2012), (Krasowska, 2010), material komposit untuk aplikasi *flame retardant* (Yan, 2017). Serat rami dijadikan sebagai bahan penguat (*reinforced*) dan matrik yang digunakan berupa polimer sintetis seperti poliester dan epoksi. Pada komposit tersebut biasanya dilakukan uji tarik untuk mengetahui kekuatan tarik. Selain kekuatan komposit terhadap tarikan, diperlukan kemampuan komposit rami terhadap ketahanan benturan. Pada penelitian ini akan dilakukan uji benturan (*impact*) terhadap komposit rami bermatrik epoksi dan polimer *blend* polipropilena (PP) dengan akrilonitril butadiena stirena (ABS) sebagai pembanding.

## 2. Metode

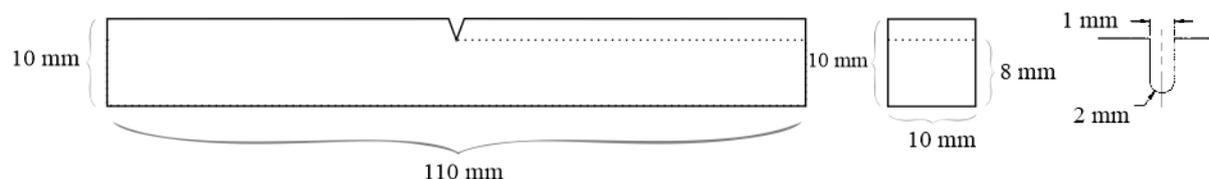
Pada proses pembuatan sampel komposit serat rami-epoksi dan polimer *blend* ABS-PP dilakukan beberapa tahapan, seperti: persiapan bahan, pembuatan sampel, pengujian *impact* dan pengamatan struktur.

### 2.1. Persiapan bahan

Serat rami yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari pasar tradisional di Balikpapan. Polimer Polipropilena (PP) dan Akrilonitril butadiena stirena (ABS) yang digunakan dalam penelitian ini diproduksi oleh PT. Chandra Asri Petrochemical. Tbk. Matrik epoksi diperoleh dari toko kimia lokal. Pada tahap preparasi, dilakukan proses alalinisasi dengan larutan NaClO 5% selama 24 jam terhadap material serat rami. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan lapisan lignin dan pengotor lainnya dari permukaan serat, sehingga serat lebih bersifat hidrofilik dan dapat berikatan kuat dengan matrik (Purboputro, 2017).

### 2.2. Pembuatan sampel

Pembuatan sampel komposit serat rami-epoksi dan polimer *blend* ABS-PP mengacu pada ISO 197-1 untuk uji *impact*, dengan ukuran panjang 11 cm, lebar 1 cm dan tinggi sampel 1 cm.



Gambar 1: sketsa bentuk sampel uji *impact*

Metode yang digunakan untuk pembuatan komposit serat rami-epoksi adalah *hand lay up*. Pada proses fabrikasi sampel ini, serat-serat rami disusun secara paralel atau sejajar. Matriks epoksi pada pembuatan sampel ini merupakan campuran dari epoksi resin dan hardener. Rasio antara resin dan hardener yang digunakan adalah 1:1. Variasi fraksi volume antara epoksi dengan serat rami adalah 0%, 25%, 50% dan 75%.

Metode yang digunakan untuk pembuatan polimer *blend* ABS-PP adalah *simple hot casting*. Pada proses ini polimer ABS dan PP dicampur dalam cetakan yang terbuat dari logam aluminium. Campuran polimer tersebut dipanaskan pada temperatur sekitar 235 °C selama 10 menit. Temperatur pada cetakan

dimonitor dengan menggunakan termokopel digital. Variasi fraksi volume antara PP dan ABS dibuat sama dengan variasi pada sampel komposit rami-epoksi.

### 2.3. Pengujian *Impact* dan pengamatan struktur

Pengujian benturan menggunakan alat uji *impact* tipe *charpy* produksi ITS (Institut Teknologi Sepuluh Noverber) seperti yang ditunjukkan gambar berikut :



Gambar 2: Alat uji *impact*

Dari data hasil pengujian didapatkan energi *impact* dengan menggunakan persamaan berikut :

$$E = Mgl(\cos \alpha - \cos \beta)$$

Dimana :

E = energi *impact* (J)

M = massa beban (kg)

l = panjang lengan alat uji (m)

g = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$\alpha$  = sudut awal sebelum benturan

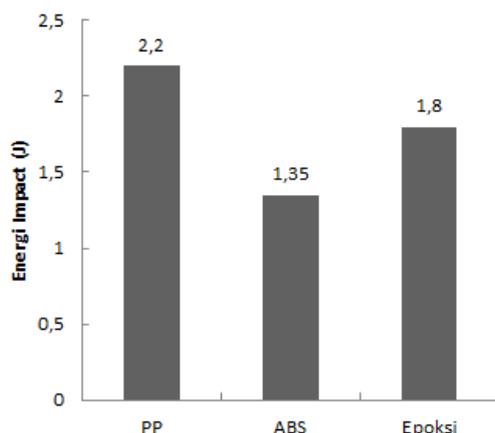
$\beta$  = sudut setelah benturan

Pengamatan struktur sampel setelah pengujian *impact* menggunakan mikroskop optik. Mikroskop optik yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroskop digital dengan fokus manual dan dapat dihubungkan dengan komputer atau laptop. Pengamatan dilakukan melalui layar monitor pada laptop terhadap penampang lintang sampel pada bagian patahan setelah pengujian *impact*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

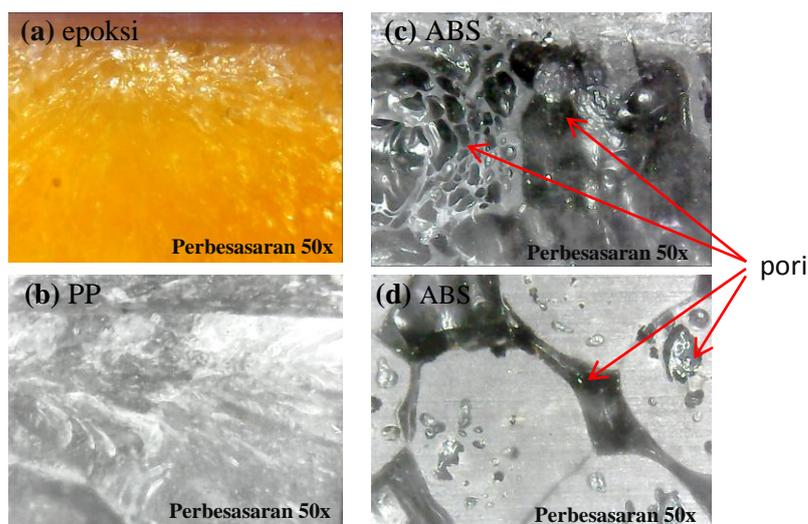
Pengujian *impact* menggunakan mekanisme perubahan energi potensial menjadi kinetik, dan kembali lagi menjadi energi potensial. Penurunan energi potensial setelah benturan antara beban dengan sampel pada proses pengujian *impact* menunjukkan adanya sebagian energi yang digunakan untuk mendeformasi sampel. Ketahanan terhadap benturan pada sampel dapat diukur dari besarnya energi kinetik yang diserap oleh bahan tersebut hingga patah (*failure*).

Dari hasil pengujian *impact* pada matrik epoksi, PP dan ABS, polimer PP memiliki ketahanan benturan yang paling tinggi dibandingkan sampel epoksi dan ABS. Hal ini ditunjukkan oleh gambar 3 di mana polimer PP memiliki energi *impact* yang lebih tinggi dengan nilai 2,2 J. Harga energi *impact* menunjukkan seberapa besar energi yang diserap dari energi mekanik alat pengujian oleh sampel hingga sampel mengalami deformasi dan rusak. Sehingga peningkatan energi *impact* berbanding lurus atau proporsional dengan ketahanan benturan.



Gambar 3: Grafik energi *impact* pada polimer PP, ABS dan epoksi

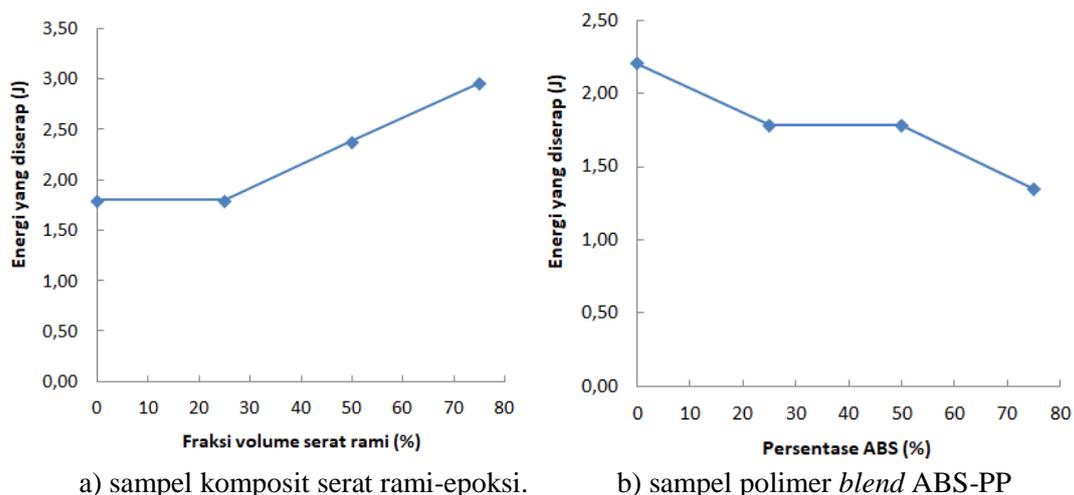
Sampel epoksi, PP dan ABS bersifat getas atau *brittle*, hal ditunjukkan oleh Gambar 4. Pada sampel PP dan ABS terlihat adanya void atau pori, pori terbanyak dimiliki oleh sampel ABS. Hal ini menunjukkan adanya udara yang terjebak selama proses pembuatan sampel. Gambar 4.c dan 4.d menunjukkan perbedaan karakteristik polimer PP dengan ABS saat mengalami proses pemanasan pada temperatur 235 °C, di mana polimer PP mampu melebur dengan baik dan mampu mengisi ruang pada cetakan. Di lain pihak, polimer ABS belum dapat melebur dengan sempurna sehingga masih menyisakan butiran pelet speris yang saling menempel membentuk agregat, dan masih menyisakan ruang yang belum terisi, sehingga menyebabkan terbentuknya pori pada sampel.



Gambar 4: Bentuk mode patahan sampel matriks dan polimer.

Dari hasil pengujian *impact*, hubungan antara fraksi volume serat rami dengan energi yang diserap sampel atau energi impak ditunjukkan oleh gambar 5.a. Peningkatan fraksi volume serat rami pada sampel komposit rami-epoksi juga diikuti oleh peningkatan energi yang diserap sampel. Penambahan volume serat rami terhadap matrik epoksi hingga 75% dapat meningkatkan ketahanan terhadap benturan. Nilai energi yang diserap sampel tertinggi pada sampel komposit rami-epoksi berada pada fraksi volume *filler* 75%, yaitu: 1,85 J.

Studi Ketahanan Benturan pada Komposit Serat Rami-Epoksi dan Polimer *Blend* ABS-PP untuk Aplikasi Bahan Alternatif Soket Prostesis



a) sampel komposit serat rami-epoksi.

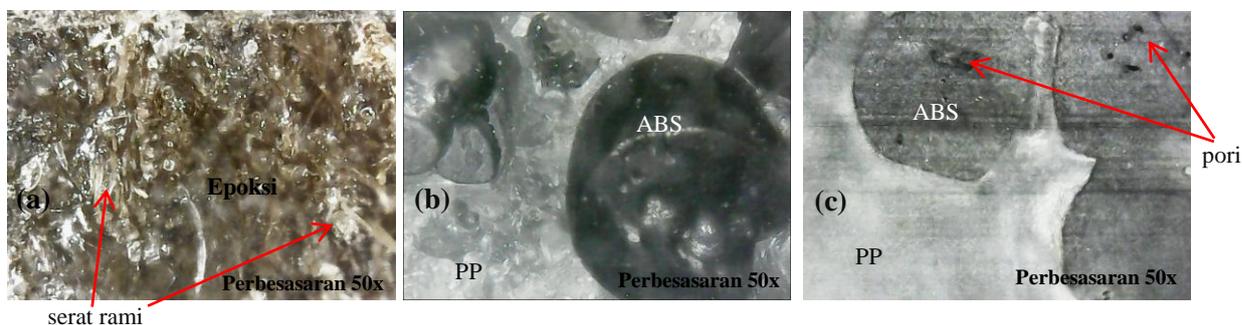
b) sampel polimer *blend* ABS-PP

Gambar 5: Grafik hasil uji *impact*.

Serat rami berikatan kuat dengan matrik epoksi, hal ini ditunjukkan oleh gambar 6.a dari gambar tersebut tampak terjadi mekanis putusanya serat (*fibre break*) dan sedikit serat rami yang mengalami mekanisme *fibre pull out* atau mekanisme tercabutnya serat dari matriks. Hal ini menunjukkan beban atau benturan pada sampel tersebut dapat didistribusi dan ditransferkan pada serat rami. Saat matrik epoksi mengalami kegagalan (*failure*), serat rami tidak dapat menahan beban sehingga sampel mengalami proses patah secara bersamaan dan serat menjadi putus atau mengalami *fiber break*. Dari gambar 6.a, terlihat komposit serat rami-epoksi bersifat *brittle*.

Hasil uji *impact* pada sampel polimer *blend* ABS-PP menunjukkan perilaku yang berkebalikan dengan sampel komposit serat rami/komposit. Peningkatan persentase ABS diikuti dengan penurunan energi yang diserap sampel. Penambahan volume polimer ABS hingga 75% dapat menurunkan ketahanan sampel terhadap benturan. Hubungan antara persentase jumlah volume ABS dengan energi yang diserap sampel ditunjukkan oleh gambar 5.b.

Gambar 6.b menunjukkan interaksi PP dengan ABS pada sampel tidak membentuk ikatan yang kuat. Kedua polimer tersebut tidak dapat bercampur dengan baik membentuk polimer *blend* yang kuat. Pada sampel tersebut, ABS tidak melebur namun membentuk butiran pelet speris dan cenderung saling terpisah. Polimer PP mampu melebur dengan baik dan tersebar diantara ABS, sehingga pada sampel membentuk struktur yang menyerupai komposit, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 6.b.



Gambar 6: bentuk *failure mode* pada sampel. (a) komposit rami-epoksi. (b),(c) polimer ABS-PP.

Ikatan yang tidak kuat mengakibatkan menurunnya kekuatan mekanik sampel polimer *blend*. Hal ini berdampak saat terjadi benturan pada sampel, beban yang diterima sampel tidak terdistribusi dengan baik sehingga tidak terjadi proses patah secara bersamaan. Polimer PP mengalami mekanisme *failure* atau patah, sedangkan pada ABS terjadi mekanisme *pull out*. Selain itu, pada butiran ABS terbentuk

pori atau *void*, hal ini menunjukkan adanya gas yang terperangkap selama proses pemanasan pada metode *hot casting* hal ini terlihat pada struktur polimer *blend* ABS-PP yang ditunjukkan gambar 4.c

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan uji *impact*, material epoksi, PP dan ABS bersifat getas. Sampel ABS yang fabrikasi dengan metode *simple hot casting* pada temperatur 235 °C menghasilkan struktur agregat yang berpori. Sedangkan PP mampu melebur dengan baik sehingga menghasilkan sampel yang lebih padat dengan pori yang lebih sedikit. Penambahan jumlah ABS dapat menurunkan ketahanan *impact* pada bahan polimer *blend* ABS-PP. Sampel ABS 0% PP 100% memiliki energi *impact* tertinggi dengan nilai 2,2 J. Polimer *blend* ABS-PP mengalami mekanisme *pull out* setelah pengujian *impact*. Peningkatan fraksi volume serat rami hingga 75% dapat meningkatkan ketahanan benturan pada bahan komposit serat rami-epoksi dengan nilai energi *impact* tertinggi 1,85J. Serat rami dapat berikatan dengan baik dengan epoksi, hal ini ditunjukkan dengan mekanisme *fiber pull out* yang sedikit dan lebih banyak *fiber break* saat sampel patah.

#### Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat yang telah memberikan hibah dana penelitian melalui skema Penelitian Dosen Pemula Tahun 2018 sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Kalimantan, khususnya LPPM ITK dan semua pihak yang membantu pelaksanaan penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

- Agustinus, P.I., Tresna P.S., Widjajalaksmi K., (2009). Komposit Lamina Rami Epoksi Sebagai Bahan Alternatif Socket Prosthesis. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 11. No.1. pp: 41-45.
- Goh, J.C., P.V.S. Lee. (2002). Structure Integrity of Polypropylene prosthetic sockets manufacturing using the polymer deposition technics. *NCBI*. Issue 216(6). pp: 359-68.
- Kumar,A., M.S. Sreekala., S.Arun. (2012). Studies on Properties of Bio-Composites from Ecoflex/Ramie Fabric-Mechanical and Barrier Properties. *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*. Vol:3. pp: 396-404.
- Krasowska, K., J. Brzeska., Maria R., Helena J., M.S. Sreekala, Koichi G., T.Sabu. (2010). Environmental Degredation of Ramie Fibre Reinforced Biocomposites. *Polish J. of Environ. Stud*. Vol:19. pp: 937-945.
- Nurhanisah, M.H., N. Saba., M. Jawaid. (2017). *Green Biocomposite Design and Application*. Springer.
- Park H.K., Dujovny M., Diaz F.G., Guthikonda M., (2002). Biomedical Properties of High Density Polyethelene for Pterional Prosthetic. *NCBI*. 24(7):671-6.
- Purboputro, P.I., Agus H. (2017). Analisis Sifat Tarik dan Impak Komposit Rami dengan Perlakuan Alkali Dalam Waktu 2,4,6 dan 8 Jam Bermatriks Poliester. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin UMS*. Vol.18. No.2. pp: 64-75.
- Tresna, P.S., Widjajalaksmi K., Agustinus P.I. (2009). Karakteristik Komposit Lamina Serat Rami Epoksi Sebagai Bahan Alternatif Soket Prostesis. *Makara Teknologi*. Vol.13. No.3. pp:96-101.
- Yan.H., Nannan Li., Jie Chneg., Pingan Song., Zhengping Fang., Hao Wang. (2017). Fabrication of flame retardant benzoxazine semi- biocomposites reinforced by ramie fabrics with bio- based flame retardant coating. *Polymer Composites*. Vol:39. pp:480-488
- Young He, Guang Huai, Jian Zhong Fu (2014). Fabrication of Low Cost Soft Tissue Prostheses With the Desktop 3D Printer. *Scientific Reports*. Vol: 4. pp: 69-73.