

ISSN 2338 – 414X

Nomor 1/Volume 3/Juli 2015

PROSIDING

KONFERENSI NASIONAL ENGINEERING PERHOTELAN

**“INOVASI TEKNOLOGI UNTUK MENINGKATKAN
KUALITAS INDUSTRI PARIWISATA”**

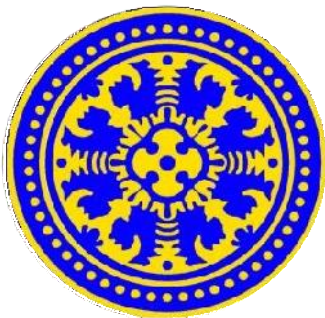


**Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Udayana**

**Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan VI – 2015
11 – 12 Juni, 2015**

Ketua Editor : Dr. I Made Parwata, ST.,MT
Editor Pelaksana : Ainul Ghurri, S.T., M.T., Ph.D.
Dr. Wayan Nata septiadi, ST, MT
I Ketut Adi Atmika, S.T., M.T.
IG Teddy Prananda Surya, S.T., M.T.
I.D.G Ary Subagia, S.T,M.T, Ph.D

Penyunting Ahli : Prof.Ir.Ngakan Putu Gede Suardana,MT.,Ph.D (UNUD)
Prof.I Nyoman Suprpta Winaya, ST., MASc, PhD (UNUD)
Prof.Dr. ING Antara M.Eng. (UNUD)
Prof.Dr. Tjok Gd. Tirta Nindhia (UNUD)
Dr. Ir. I Wayan Surata, MErg (UNUD)
Prof.Dr.Ing. Mulyadi Bur (Sekjen BKSTM)
Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, ST,MT. (UNS)
Prof Johny Wahyuadi M, DEA (UI)
Prof. Dr-Ing. Nandy Putra, (UI)
Prof. Dr. Ir. Satrio Soemantri Brodjonegoro (ITB)
Dr Caturwati (UNTIRTA)
Fauzun, ST.,MT. PhD.(UGM)



**Hak Cipta @ 2014 oleh KNEP VI – 2015
Jurusan Teknik Mesin – Universitas Udayana.
Dilarang mereproduksi dan mendistribusi
bagian dari publikasi ini dalam bentuk
maupun media apapun tanpa seijin Jurusan
Teknik Mesin – Universitas Udayana.**

**Dipublikasikan dan didistribusikan oleh Jurusan Teknik Mesin – Universitas
Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362, Indonesia.**

Kekuatan Tekan Komposit Serat Limbah Pisang dengan Matriks Epoksi sebagai Bahan Socket Prosthesis

Agustinus Purna Irawan^{1)*}, I Wayan Sukania²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara
Jl. Letjen. S. Parmen No. 1 Jakarta 11440

Email: agustinus@untar.ac.id

²⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara
Jl. Letjen. S. Parmen No. 1 Jakarta 11440

Email: iwayansukania@tarumanagara.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik mekanik komposit serat pisang dengan matriks epoksi yang dikembangkan sebagai bahan socket prosthesis anggota gerak bawah atas lutut. Prototipe socket dari bahan komposit serat pisang dengan matriks epoksi dibuat dengan cara laminasi anyaman serat pisang kontinyu dengan fraksi volume serat (Vf) 20-30%. Proses laminasi dibantu dengan proses tekan dan divakum dengan tekanan -50 bar untuk menghilangkan void. Karakteristik mekanik diperoleh dengan pengujian tekan mengacu pada standard ASTM D695. Analisis morfologi menggunakan bantuan Scanning Electron Microscope (SEM). Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kekuatan tekan sampel prototipe produk socket prosthesis sebesar 18.15 ± 2.5 MPa dengan regangan tekan sebesar 8.48 ± 1.61 %. Analisis morfologi dengan menggunakan SEM menunjukkan bahwa interface antara serat dan matriks cukup baik dan tidak terlihat adanya void. Hasil ini cukup baik sebagai dasar untuk pengembangan bahan socket prosthesis berbasis serat alam dengan fraksi volume serat yang berbeda.

Kata kunci: Komposit serat pisang epoksi, kekuatan tekan, prosthesis

Abstract

This study aims to obtain the mechanical characteristics of banana fiber reinforced epoxy composites materials to develop as lower limb socket prosthesis materials. Socket prototype of banana fiber reinforced epoxy composite material is made by laminating banana fiber continuously with fiber volume fraction (Vf) 20-30%. Lamination process is assisted by the compression and vacuum pressure until -50 bar to eliminate voids. The mechanical characteristics are obtained with the compression strength test according to ASTM D695 standard. Morphological analysis uses Scanning Electron Microscope (SEM). Based on the test results, it can be obtained that the compressive strength of the sample of socket prosthesis prototype products is 18.15 ± 2.25 MPa and compressive strain of 8.48 ± 1.61 %. Morphological analysis by using SEM showed that the interface between the fiber and the matrix is good enough and the voids are not visible. These results are quite good as a reference for the development of natural fiber for socket prosthesis with different fiber volume fraction.

Keywords: banana fiber reinforced epoxy composites, compressive strength, prosthesis

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi sumber daya alam yang melimpah, khususnya serat alam. Potensi serat alam Indonesia yang melimpah sampai saat ini belum sepenuhnya dapat dimanfaatkan dengan baik untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat. Di sisi lain, banyak kebutuhan masyarakat akan produk yang murah tetapi berkualitas belum dapat terpenuhi. Salah satu potensi serat alam tersebut adalah serat limbah pohon pisang. Selama ini serat limbah pohon pisang belum banyak dimanfaatkan, bahkan hanya dibuang begitu saja. Masyarakat di pedesaan memanfaatkan kekuatan serat limbah pohon pisang hanya sebatas sebagai tali. Serat limbah pohon pisang mempunyai potensi yang baik untuk dikembangkan menjadi bahan biokomposit yang kuat, murah, ramah lingkungan, dan dapat didaur ulang [1-6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan komposit berpenguat serat limbah pohon pisang dengan matriks polimer yaitu epoksi. Bahan komposit berpenguat serat limbah pohon pisang yang dikembangkan ini, akan diimplementasikan pada produk kesehatan yaitu produk prosthesis pada komponen socket. Prosthesis merupakan produk yang saat ini banyak dibutuhkan masyarakat yang

*Penulis korespondensi, HP: 08129672348,
Email: agustinus@untar.ac.id

mengalami amputasi anggota gerak bawah akibat trauma dan penyakit degeneratif. Komposit serat alam yang dikembangkan ini diproyeksikan dapat menjadi salah satu bahan alternatif pengganti komposit serat sintetik, dengan memanfaatkan potensi serat limbah pohon pisang yang melimpah di Indonesia [7-11].

2. METODE

2.1. Bahan Penelitian

Bahan komposit berpenguat serat limbah pohon pisang dengan matriks epoksi dibuat dengan fraksi volume serat 20-30%. Serat berupa serat kontinyu kemudian dianyam menjadi lembaran berukuran 70 cm x 70 cm dengan ketebalan (0.4 ± 0.05) mm.

Tabel 1 Bahan Penelitian

Serat	Dimensi	Treatment	Orientasi	Matriks
Serat Limbah Pohon Pisang	Tebal: (0.4 ± 0.05) mm Lebar: ($4 \text{ mm} \pm 0. \text{ mm}$) Panjang: 1000 mm	Direndam dalam alkohol 90% selama 30 menit	$0^0/90^0$	Epoksi

Serat limbah pohon pisang yang telah dianyam dalam bentuk lembaran kemudian dibuat menjadi prototipe produk socket prosthesis dengan matriks epoksi. Sampel bahan komposit yang akan diuji tekan disiapkan dengan cara memotong prototipe produk socket yang telah dibuat sebelumnya. Dengan demikian, pengujian dilakukan terhadap produk socket yang telah jadi dan bukan berupa sampel uji yang hanya disiapkan untuk diuji. Diharapkan hasil pengujian mendekati kekuatan dari produk yang telah dihasilkan.

2.2. Metode Pengujian

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tekan (compression test) dengan mengacu ASTM D695. Kondisi pada saat dilaksanakan pengujian sampel uji sebagai berikut: humidity 62%, temperatur ruang 22^0C dengan kecepatan tekan 1.3 mm/min. Alat uji yang digunakan adalah Universal Testing Machine: Shimadzu AGS-50 kN [12-13].



Gambar 1 Proses Pengujian Sampel Uji Tekan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Kekuatan Tekan

Pengujian tekan dilakukan terhadap sampel uji yang disiapkan dengan cara memotong dinding prototipe produk socket prosthesis yang telah dibuat sebelumnya dengan bahan komposit serat limbah pohon pisang dan matriks epoksi. Pengujian dilakukan terhadap 5 sampel uji dengan mengacu ASTM D D695 [12,13]. Hasil pengujian disajikan dalam Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2 Hasil Pengujian Tekan Komposit Serat Pisang Epoksi

Name Parameters (Unit)	Thickness (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Elastic Strain 0.05-0.25% (GPa)	Max Force Calc. at Entire Areas (N)	Max Stress Calc. at Entire Areas (MPa)	Max Strain Calc. at Entire Areas (%)
Sample 1	6.0300	12.1300	21.2100	0.02631	1526.87	20.8749	9.07306
Sample 2	6.0000	12.1200	19.9100	0.12312	1325.77	18.2311	10.9293
Sample 3	5.3700	13.2900	20.8800	0.11098	1042.30	14.6048	7.53951
Sample 4	6.0200	12.3300	20.7000	0.24104	1385.24	18.6624	6.73611
Sample 5	5.5100	12.5400	22.1300	0.13561	1270.36	18.3856	8.11436
Average	5.7860	12.4820	20.9660	0.12741	1310.11	18.1518	8.47847
Standard Deviation	0.3198	0.48329	0.80742	0.07663	177.607	2.25378	1.61324

Berdasarkan hasil pengujian seperti Tabel 2 diperoleh kekuatan tekan rata-rata pada fraksi volume serat 20-30% sebesar 18.15 ± 2.25 MPa dengan regangan tekan rata-rata sebesar 8.48 ± 1.61 %. Kekuatan ini cukup baik jika dibandingkan dengan beberapa bahan komposit serat alam yang telah diuji kekuatan tekannya. Kekuatan tekan sangat dibutuhkan oleh bahan pembuat socket prosthesis karena bahan tersebut harus mampu menahan beban tekan dari berat badan pasien dan gerakan dinamis pada saat digunakan untuk berjalan [14,15].

Perbandingan bahan komposit serat alam yang telah diuji untuk diaplikasikan pada bahan socket prosthesis melalui beberapa penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut:

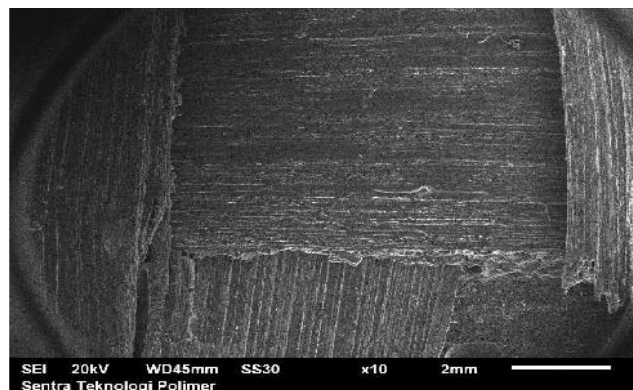
Tabel 3 Perbandingan Kekuatan Tekan Bahan Komposit Serat Alam Vf 20-30%

No.	Bahan Komposit	σ_c (MPa)	ϵ_c (%)	Keterangan
1.	Serat Rami Epoksi	21.42 ± 1.06	9.08 ± 0.44	Agustinus et al, 2011[7,8]
2.	Serat Rotan Epoksi	16.26 ± 0.94	4.06 ± 0.12	Agustinus et al, 2011 [14]
3.	Serat Bambu Epoksi	24.79 ± 0.75	4.28 ± 0.15	Agustinus et al, 2013 [15]
4.	Serat Pisang Epoksi	18.15 ± 2.25	8.48 ± 1.61	Agustinus et al, 2015

Berdasarkan Tabel 3 di atas, terlihat bahwa kekuatan tekan bahan komposit serat limbah pohon pisang epoksi masih dalam kisaran kekuatan tekan bahan komposit serat alam yang telah dikembangkan sebelumnya. Hasil ini sangat bermanfaat untuk pengembangan lebih lanjut bahan komposit serat limbah pohon pisang untuk diteruskan dalam pembuatan prototipe produk prosthesis dan dilakukan pengujian kegagalan tekan dan uji penggunaan langsung ke pasien.

3.2. Hasil Analisis Berbantuan SEM

Struktur dikatakan gagal bila struktur tersebut tidak dapat lagi berfungsi dengan baik. Dengan demikian definisi kegagalan berbeda menurut kebutuhan yang berlainan. Pada bahan komposit, kerusakan internal mikroskopik dapat terjadi jauh sebelum kerusakan nyata terlihat. Kerusakan internal mikroskopik ini terjadi dalam beberapa bentuk, seperti : patah pada serat (*fiber breaking*), terjadinya *void*, mikro pada matriks (*matrix microcrack*), terkelupasnya serat dari matriks (*debonding*), dan terpisahnya lamina satu sama lain (*delamination*) [7,8,13,16].



Gambar 2 Hasil SEM Sampel Uji Komposit Serat Limbah Pisang Epoksi

Analisis morfologi berbantuan SEM (*Scanning Electron Microscope*) terhadap sampel uji komposit dapat digunakan untuk melihat interface antara serat dan matriks, serta melihat adanya void atau tidak dari bahan komposit yang telah dibuat. Berdasarkan hasil analisis dengan SEM dapat disimpulkan bahwa proses produksi komposit serat limbah pisang dengan matriks epoksi menghasilkan ikatan yang baik antara serat dan matriks, serta tidak terlihat adanya void. Hasil ini diperoleh karena dalam proses fabrikasi prototipe socket prosthesis berbahan serat limbah pisang dan epoksi, dilakukan dengan cara ditekan dan diberikan vakum sampai – 50 bar, sehingga aliran matriks untuk membasahi serat berjalan dengan baik dan udara yang terjebak dapat dikeluarkan karena ada proses vakum.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa kekuatan tekan yang dihasilkan oleh prototipe produk socket prosthesis yang dibuat dengan menggunakan bahan komposit berpenguat serat limbah pisang dengan matriks epoksi pada fraksi volume serat, V_f 20-30% cukup baik (18.15 ± 2.25 MPa) dengan regangan tekan sebesar 8.48 ± 1.61 %. Kekuatan tekan merupakan salah satu karakteristik yang penting bagi produk socket prosthesis karena beban utama yang diterima oleh socket adalah beban tekan yang berasal dari berat badan pengguna dan gerakan dinamis karena bergerak/berjalan. Hasil analisis morfologi dengan bantuan SEM terlihat bahwa interface antara serat dan matriks terjadi cukup baik dan tidak terlihat adanya void. Dengan demikian, komposit serat limbah pisang dengan matriks epoksi dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai salah satu bahan alternatif dalam pengembangan produk socket prosthesis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Kemristek Dikti dan Universitas Tarumanagara yang telah memberikan hibah dana penelitian pada tahun 2015 dengan Perjanjian No. 294-SPK-LPPI/Untar/V/2015 dan fasilitas pendukung untuk terlaksananya penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Hariprasad, G. Dharmalingam, P. Praveen Raj, *Study of Mechanical Properties of Banana-Coir Hybrid Composite Using Experimental and Fem Techniques*, J. Mechanical Engineering and Sciences (JMES), 4:518-531, 2013.
- [2] M. A. Maleque, F. Y. Belal, S.M. Sapuan, *Mechanical Properties Study of Pseudo-Stem Banana Fiber Reinforced Epoxy Composite*, The Arabian J. Science And Engineering, 32: 359-364, 2007.
- [3] John Craig, *Prosthetic Feet for Low-Income Countries*, J. Prosthetics and Orthotics, 17:27-49, 2005.
- [4] Tresna P. Soemardi, Widjajalaksmi Kusumaningsih, Agustinus Purna Irawan, *Karakteristik Mekanik Komposit Lamina Serat Rami Epoksi Sebagai Bahan Alternatif Soket Prosthesis*, J. Makara Seri Teknologi, 13:96-101, 2009.
- [5] Jamasri, *Peluang Dan Tantangan Pengembangan Komposit Serat Alam Di Indonesia*, Prosiding Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI4) 2008, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, 1-13, 2008.
- [6] Agustinus Purna Irawan, I Wayan Sukania, *Tensile and Impact Strength of Bamboo Fiber Reinforced Epoxy Composite As Alternative Materials for Above Knee Prosthesis Socket*, Prosiding of 2nd International Conference on Sustainable Technology Development, M.109-M.115, 2012.
- [7] Agustinus Purna Irawan, Tresna P. Soemardi Widjajalaksmi K., Agus H.S. Reksoprodjo, *Tensile And Flexural Strength of Ramie Fiber Reinforced Epoxy Composites For Socket Prosthesis Application*, Int. J. Mechanical and Material Engineering, 6: 46-50, 2011.
- [8] Agustinus Purna Irawan, Tresna P. Soemardi Widjajalaksmi K., Agus H.S. Reksoprodjo, *Komposit Laminat Rami Epoksi Sebagai Bahan Alternatif Socket Prosthesis*, Jurnal Teknik Mesin, 11:41-45, 2009.
- [9] Sam L Phillips, William Craelius, *Material Properties of Selected Prosthetic Laminates*, J. Prosthetics and Orthotics, 17:27-32, 2005.
- [10] J.A. Campbell, *Material Selection in an above Knee Prosthetic Leg*, Engineering Materials, Department of Engineering, Australian National University, 2002.
- [11] Agustinus Purna Irawan, Tresna P. Soemardi Widjajalaksmi K., Agus H.S. Reksoprodjo, *Pengaruh Kekerasan dan Kekasaran Permukaan Prototipe Socket Prosthesis Terhadap Kenyamanan Pengguna*, J. Teknik , 11:1-7, 2011.
- [12] ASTM, *Annual Book of ASTM Standard*, West Conshohocken, 2003.

- [13] Autar K Kaw, *Mechanics of Composite Materials*, Second Edition, CRC Press, Boca Raton, New York, 2006.
- [14] Agustinus Purna Irawan, I Wayan Sukania, *Mechanical Characteristics Rattan Fiber Reinforced Epoxy Composites (RECO) as Above Knee Socket Prosthesis Materials*, International Conference on Innovation in Polymer Science and Technology, Asian Polymer Association (APA) dan Indonesian Polymer Association (HPI, 64-67, 2011.
- [15] Agustinus Purna Irawan, I Wayan Sukania, *Kekuatan Tekan dan Flexural Material Komposit Serat Bambu Epoksi*, J. Teknik Mesin, 14:59-63, 2013.
- [16] Bambang Kismono Hadi, *Mekanika Struktur Komposit*, Penerbit ITB, 2000.



KNEP VI



Sertifikat

Diberikan kepada

Agustinus Furna Irawan

Atas partisipasinya sebagai

Pemakalah

dalam

KONFERENSI NASIONAL ENGINEERING PERHOTELAN VI (KNEP VI) "INOVASI TEKNOLOGI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS INDUSTRI PARIWISATA"

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Kamis - Jumat, 11 - 12 Juni 2015

Didukung Oleh :



INDONESIA
POWER



INDOPIPE



Ketua Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Udayana

Prof. I Nyoman Suprpta Winaya, ST., MASC., Ph.D.

Ketua Panitia,



Dr. I Made Parwata, ST., MT