

ANALISIS PENGARUH VARIASI WAKTU PERLAKUAN ALKALI TERHADAP KEKUATAN *IMPACT* KOMPOSIT *POLYESTER* YANG DIPERKUAT SERAT BAMBU

Kadek Rihendra Dantes ¹⁾ ✉, I Nyoman Pasek Nugraha ¹⁾, Edi Elisa ¹⁾, I Putu Heri Yudistira ¹⁾

¹⁾ Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Universitas Pendidikan Ganesha

rihendradantes@undiksha.ac.id

paseknugraha@undiksha.ac.id

iputuheriyudistira08@undiksha.ac.id

iputuheriyudistira08@undiksha.ac.id

Abstract

This study aimed to determine the effect of alkali treatment on the impact strength and fracture pattern of bamboo fiber reinforced polyester composites. This composite consisted of polyester resin as a matrix and bamboo fiber as a filler or reinforcement. The alkaline treatment time used was 5% NaOH from 1 hour to 4 hours and to determine the microscopic image of the fracture pattern of the impact test specimen. This study used an experimental method with the dependent variable being the impact strength and microscopic images of the fracture pattern, and the independent variable was the alkali treatment time 1 hour, 2 hours, 3 hours and 4 hours. Specimens were printed using the hand lay-up method. The impact strength was known by performing consecutive tests based on ASTM D 6110-04. Based on the results of the impact test, it showed that the impact strength increased until the alkaline treatment 2 hours ago and decreased at 3 hours, and 4 hours. The highest impact strength was shown in the alkaline treatment of bamboo fiber rope 2 hours with an impact strength value of 1373.89 J/M². The examination of the microscopic image of the fracture pattern obtained the best fracture in 2 hours alkali treatment with a brittle fracture mechanism.

Keywords: Alkali Treatment, Impact Strength, Microscopic Image of Fracture Pattern, Composite, Polyester, Bamboo Fiber.

1. PENDAHULUAN

Teknologi dan ilmu pengetahuan mengalami kemajuan yang pesat dari waktu ke waktu, semakin teknologi itu berkembang maka akan menciptakan alat yang semakin canggih. Tidak hanya pada perkembangan alat yang semakin canggih namun pada komposit juga mengalami perkembangan yang pesat, dimana pemanfaatan komposit tidak hanya dari serat sintetis namun juga mengalami perkembangan dan pergeseran ke komposit serat alam karena sifat dari serat alam yang ramah lingkungan ^[1].

Komposit adalah bentuk unit mikroskopis yang dihasilkan dari pencampuran antara dua material yang berbeda ^{[2]-[4]}. Ditemukannya material komposit ini menjadi suatu revolusi besar yang terjadi pada dunia material. Komposit adalah pencampuran antara dua atau lebih material yang memiliki fisik dan mekanik yang berbeda kemudian dicampur menggunakan teknik tertentu sehingga penyebaran bahan yang satu dengan lainnya dapat dijaga untuk mendapatkan sifat-sifat yang maksimum ^{[5], [6]}.

Corresponding Author:

✉ Kadek Rihendra Dantes

Received on: 2021-12-02

Revised on : 2023-05-22

Accepted on: 2023-08-10

<https://rekayasamesin.ub.ac.id/>

DOI: [10.21776/jrm.v14i2.1104](https://doi.org/10.21776/jrm.v14i2.1104)



Copyright: © 2023 by the authors.

Pada umumnya terdapat bahan-bahan di dalam komposit yang sering disebut “matriks” dan bahan penguat atau pengisi “*filler*”. Dimana bahan dari matriks biasanya berupa karbon, polimer, keramik maupun logam. Matriks sendiri memiliki fungsi sebagai penyebar atau pendistribusi beban ke seluruh material komposit. Pada umumnya bahan penguat bersifat tangguh serta kaku. Komposit dibedakan menjadi 3 berdasarkan pengisinya ^[7] yaitu komposit serat (*fibrous composite*), komposit laminat (*laminated composite*), dan komposit partikel (*particulate composite*). Komposit serat merupakan salah satu komposit yang paling sering digunakan, karena mempunyai jumlah cacat satuan volume yang tergolong kecil. Selama ini bahan penguat yang sering digunakan adalah serat kaca atau *fiberglass*. Dengan banyaknya penemuan serta inovasi baru di dalam bidang material serat alam dijadikan sebagai bahan penguat komposit. Pada umumnya serat merupakan penguat dari material komposit, dimana penguat atau pengisi ini akan menentukan dan mempengaruhi kekuatan dari komposit itu sendiri ^[8]. Komposit serat alam banyak digunakan karena memiliki keunggulan yaitu murah, densitas rendah, mudah lepas, bahan terbarukan dan *biodegradable* serta tidak berbahaya bagi kesehatan ^{[9], [10]}.

Yang tergolong ke dalam serat alam adalah pelepah salak, daun nanas, kenaf, bambu dan lain-lain. Bambu merupakan tumbuhan yang tergolong pada jenis rumput-rumputan dengan rongga dan ruas pada batangnya dimana bambu tumbuh menjulang tinggi ke atas. Pohon bambu dapat ditemukan di hampir seluruh kawasan Indonesia ^[11].

Serat bambu tali adalah salah satu serat yang dapat dimanfaatkan sebagai pengisi untuk membuat komposit. Resin *polyester* merupakan salah satu matriks yang sering digunakan karena mempunyai viskositas yang rendah, resin bisa mengeras pada suhu $\pm 27^{\circ}\text{C}$ atau suhu kamar. Selain itu resin *polyester* juga tahan terhadap suhu 70°C karena memiliki *monomer styren* di dalam *polyester* ^{[12], [13]}.

Pemanfaatan komposit yang diperkuat serat alam selain memiliki kelebihan, komposit ini juga memiliki kekurangan seperti ikatan (*mechanical bonding*) antara matriks dengan serat yang kurang baik. Ikatan antara matriks dengan serat yang lemah dapat menyebabkan kekuatan mekanik dari komposit itu berkurang sehingga sangat sulit untuk diterapkan pada bidang otomotif karena kekuatan mekanik dari material komposit yang kecil ^[14]. Upaya untuk meningkatkan ikatan komposit bisa dilakukan dengan dua cara yaitu salah satunya dengan memberikan perlakuan kimia. Perlakuan alkali seperti NaOH merupakan perlakuan kimia serat yang sering digunakan karena harganya yang murah dan ekonomis.

Perlakuan alkali adalah suatu cara yang digunakan dalam memodifikasi serat agar mendapatkan peningkatan kompatibilitas diantara serat dengan matriks. Dengan perlakuan alkali ini nantinya kandungan lignin atau *pectin*, hemiselulosa pada serat akan berkurang sehingga nantinya akan meningkatkan kekasaran pada permukaan pada serat yang menyebabkan ikatan antara matriks dengan serat akan menjadi lebih baik ^[10]. Metode perlakuan alkali dilakukan dengan cara merendam serat ke dalam larutan alkali.

Dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya mengenai komposit serat bambu tali, penulis menemukan bahwa belum ada penelitian yang melakukan pengujian *impact* dan pengujian gambar mikroskopis pola patahan. Sehingga penelitian ini memiliki tujuan untuk memanfaatkan serat bambu tali sebagai pengisi komposit dan resin *polyester* sebagai matriksnya. Serat bambu tali nantinya akan diberikan perlakuan alkali, dengan harapan akan dapat meningkatkan ikatan antara serat dengan matriksnya sehingga dapat meningkatkan kekuatan mekanik khususnya kekuatan *impact* nya dan untuk mengetahui gambar mikroskopis patahan dari komposit serat bambu tali.

2. METODE DAN BAHAN

Metode pengujian spesimen yang dilakukan adalah mengukur kekuatan *impact* komposit *polyester* yang diperkuat serat bambu tali. Alat uji yang digunakan adalah alat uji *impact charpy* dengan ASTM D 6011-04. Penelitian ini dilakukan di dua tempat, untuk pengujian *impact* dilakukan di Universitas Negeri Udayana dan untuk pengujian gambar mikroskopis pola patahan dilakukan di Universitas Pendidikan Ganesha.

Proses diawali dengan pembuatan serat bambu tali. Bambu dipotong dengan ukuran panjang 20-30 cm dengan ketebalan 2-3 mm. Bambu kemudian direndam ke dalam larutan 5% NaOH selama 30 menit dan kemudian direbus. Setelah direbus kemudian serat dibilas dan dijemur sampai kering. Selanjutnya dilakukan pemisahan serat bambu tali menggunakan teknik *roll*. Selanjutnya serat bambu tali diberikan perlakuan alkali (5% NaOH) dengan variasi waktu perlakuan alkali 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Setelah itu serat dicuci sampai bersih kemudian dikeringkan.

Proses pembuatan cetakan diawali dengan memotong kayu dengan ukuran 64 mm x 12,7 mm x 12,7 mm. Kayu yang sudah dipotong kemudian tambahkan lem silikon dan bentuk perlahan-lahan sampai menjadi cetakan. Setelah itu jemur lem silikon dan tunggu sampai lem benar-benar kering. Setelah kering keluarkan kayu yang berada di dalam lem.

Proses pembuatan spesimen komposit *polyester* yang diperkuat serat bambu tali dilakukan dengan cara menimbang massa dari serat dan resin *polyester*. Fraksi volume serat bambu tali yang digunakan adalah 40%. Untuk campuran resin serta katalis menggunakan perbandingan campuran 1:100. Setelah itu tuang resin *polyester* ke dalam cetakan dan tempatkan serat bambu tali di atasnya dengan searah (*continuous*), kemudian *roll* secara perlahan untuk menghilangkan gelembung udara. Kemudian press bagian atas cetakan menggunakan kaca dan tunggu hingga spesimen mengering. Setelah spesimen kering, selanjutnya hasil cetakan spesimen dikeluarkan. Hasil cetakan kemudian dipotong dan dihaluskan sesuai dengan pengujian *impact*.

Pengujian impak menggunakan mesin uji impak *charpy* yang mengacu pada ASTM D 6 110-04. Uji *impact* adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan material yang akan diuji. Uji *impact* memiliki cara kerja pendulum akan ditarik sampai pada ketinggian yang sudah ditentukan kemudian dilepas, lalu pendulum akan menabrak benda uji hingga benda tersebut patah. Metode *charpy* adalah pengujian ketangguhan dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi dan arah melintang.



Gambar 1. Alat Uji *Impact Charpy*

Untuk perhitungan nilai kekuatan *impact* dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

$$I_s = \frac{E_s - E_0}{A} \quad (1)$$

Dengan I_s adalah kekuatan *impact* (J/m^2), E_s adalah energi yang diserap sampel setelah tumbukan ($N.m$), E_0 adalah energi yang diserap tanpa sampel pada alat uji ($N.m$) dan A adalah luas penampang lintang sampel (m^2).

Pengujian gambar mikroskopis pola patahan dilakukan untuk mengetahui bentuk pola patahan spesimen atau sampel setelah tumbukan dari pendulum alat uji *impact*. Pengujian gambar mikroskopis pola patahan ini akan diwakili oleh 1 spesimen yang sudah divalidasi dengan 2 sampel konfirmasi dari masing-masing variasi waktu perlakuan alkali serat. Spesimen yang diambil merupakan spesimen yang jelas dan dapat menggambarkan bentuk patahan akibat dari tumbukan yang dialami saat melakukan pengujian.



Gambar 2. Proses Pengujian Mikroskopis

2.1. Bahan Penelitian

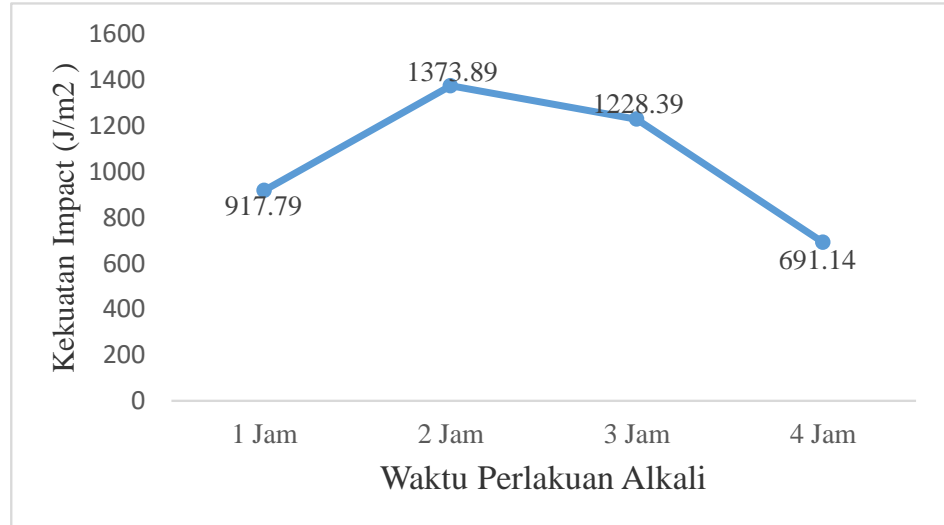
Pada penelitian ini menggunakan bahan serat bambu tali. Serat bambu tali ini digunakan sebagai pengisi komposit karena mudah ditemukan di wilayah Indonesia. Bambu tali sering digunakan untuk kerajinan seperti keranjang dan lain-lain. Selain itu bambu tali juga sering digunakan untuk mengikat benda karena sifatnya yang elastis. Berikut klasifikasi dari tanaman bambu :

Tabel 1. Klasifikasi Tumbuhan Bambu

Kingdom	<i>Plantae</i>
Sub Kingdom	<i>Viridiplantae</i>
Infra Kingdom	<i>Streptophyta</i>
Super Divisi	<i>Embriophyta</i>
Divisi	<i>Tracheophyta</i>
Sub Divisi	<i>Spermatophyta</i>
Kelas	<i>Magnoliopsida</i>
Ordo	<i>Poales</i>
Family	<i>Poaceae</i>
Genus	<i>Bambusa</i>
Spesies	<i>Bambusa Vulgaris</i>

3. HASIL DAN DISKUSI

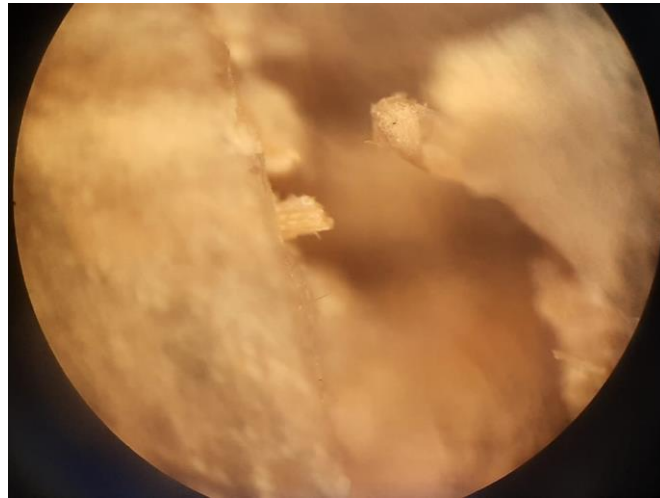
Hasil pengujian *impact* komposit *polyester* yang diperkuat serat bambu tali menggunakan ASTM D 6 110-04 dengan metode *charpy* memperoleh kekuatan *impact* seperti pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Nilai Kekuatan *Impact*

Dilihat dari grafik di atas, untuk kekuatan *impact* mengalami peningkatan dari variasi waktu perlakuan alkali 1 jam ke 2 jam dengan peningkatan sebesar 33,2 % dengan nilai rata-rata kekuatan *impact* tertinggi mencapai 1373,89 J/M². Peningkatan ini terjadi karena kandungan lignin atau *pectin*, hemiselulosa dan kotoran yang terdapat pada serat dihilangkan sehingga meningkatkan ikatan antara serat dengan matriks yang mengakibatkan kekuatan *impact* meningkat. Namun mengalami penurunan pada variasi 3 jam dan 4 jam dengan nilai rata-rata kekuatan *impact* terendah didapat pada waktu perlakuan alkali 4 jam dengan nilai 691,14 J/M² penurunan ini sebesar 49,7%. Penurunan ini diakibatkan karena waktu perlakuan alkali yang terlalu lama sehingga menyebabkan serat menjadi rusak sehingga mempengaruhi kekuatan *impact* yang didapat. Kesimpulan ini didukung dari jurnal ^[11] yang menyatakan bahwa “Serat alam dengan perlakuan alkali dapat meningkatkan ikatan (*interface*) antara serat dengan matriks, dengan meningkatnya ikatan antara serat dengan matriks maka kekuatan mekanik juga ikut meningkat. Namun waktu perlakuan alkali yang terlalu lama akan menyebabkan serat rusak sehingga memperlemah ikatan antara serat dengan matriks, dengan melemahnya ikatan serat dengan matriks kekuatan mekaniknya juga menurun”.

Hasil pengujian gambar mikroskopis pola patahan mendapatkan patahan terbaik pada perlakuan alkali 2 jam dengan patahan getas. Karena pada pola patahan perlakuan alkali 2 jam tidak mengalami *fiber pull out* dimana kondisi ini terjadi pada perlakuan alkali 1 jam, 3 jam dan 4 jam. Untuk gambar mikroskopis pola patahan perlakuan alkali 2 jam dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Pengujian Gambar Mikroskopis Pola Patahan Perlakuan Alkali 2 Jam (Pembesaran 10x)

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilaksanakan memperoleh hasil peningkatan kekuatan *impact* sampai dengan perlakuan alkali 2 jam lalu mengalami penurunan pada perlakuan alkali 3 jam dan 4 jam. Nilai kekuatan *impact* tertinggi didapatkan pada perlakuan alkali 2 jam dengan nilai 1373,89 J/M². Perlakuan alkali mampu meningkatkan ikatan antara matriks dengan serat sehingga meningkatkan kekuatan *impact*, namun perlakuan alkali yang terlalu lama dapat merusak serat sehingga menurunkan kekuatan *impact* yang didapat. Untuk pengujian gambar mikroskopis pola patahan komposit, mendapatkan pola patahan terbaik pada waktu perlakuan alkali 2 jam dengan mekanisme patahan getas

PERNYATAAN TERIMAKASIH

Selama melaksanakan penelitian ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada program studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memfasilitasi dan membantu penulis dalam melakukan penelitian dan mengikuti seminar nasional sains dan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. Dea, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Kulit Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit *Epoxy*," Brawijaya, 2017.
- [2] G. Aprianto, I. N. P. Nugraha, and K. R. Dantes, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Sifat Mekanis Komposit Matriks Polimer *Polyester* Diperkuat Serat *Agave* Sisal," Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, vol. 5, no. 2, 2016.
- [3] M. Yani, B. Suroso, and R. Rajali, "*Mechanical Properties* Komposit Limbah Plastik," Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, vol. 2, no. 1, pp. 74–83, Mar. 2019, doi: 10.30596/rmme.v2i1.3071.
- [4] Ě. Teirumnieka, K. Pīgožnis, D. Blumberga, E. Teirumnieks, and L. Lazov, "*Processing composite materials with lasers*," J Phys Conf Ser, vol. 2487, no. 1, p. 012004, May 2023, doi: 10.1088/1742-6596/2487/1/012004.
- [5] N. Nurhidayah, "Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat Daun Lontar (*Borassus Flabelifer*) Terhadap Sifat Fisik Dan Sifat Mekanik Komposit *Polyester*," Universitas Airlangga, 2016.

- [6] E. Apriani, “Analisa Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Limbah dari Serat Kelapa Muda, Batang Pisang dan Kertas Bekas terhadap Kekuatan Bending Sebagai Papan Komposit,” *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, vol. 1, no. 2, p. 38, Nov. 2017, doi: 10.30588/jeemm.v1i2.259.
- [7] K. O. S. Yasa, “Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Kekuatan Impak Dan Model Patahan Komposit Plyester Berpenguat Serat Tapis Kelapa (*Cocos Veridis*),” *Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, vol. 6, no. 1, 2018.
- [8] R. Manurung, S. Simanjuntak, J. Sembiring, R. A. M. Napitupulu, and S. Sihombing, “Analisa Kekuatan Bahan Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Menggunakan Resin *Polyester* Dengan Memvariasikan Susunan Serat Secara Acak Dan Lurus Memanjang,” *Sprocket Journal of Mechanical Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 28–35, 2020, doi: 10.36655/sproket.v2i1.296.
- [9] K. R. Dantes, N. P. Nugraha, and N. A. Wigraha, “*The effect of limestone addition on polymer matrix composites reinforced agave sisal*,” *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, vol. 9, no. 2, pp. 49–52, 2018.
- [10] Shamsunnahar Sonali, Mahfuza Farzana, Md. Marjanul Haque, Anindita Saha, Ruhul A. Khan, and MZI Mollah, “*Natural fiber reinforced polymer-based composites: importance of jute fiber*,” *GSC Advanced Research and Reviews*, vol. 15, no. 1, pp. 021–029, Apr. 2023, doi: 10.30574/gscarr.2023.15.1.0078.
- [11] N. P. Nugraha, K. R. Dantes, N. A. Wigraha, and W. Sudiarta, “*Bamboo fiber commodity in bali - reinforced-composite for sokasi craft to increase the tourism products*,” *EnvironmentAsia*, vol. 12, no. 1, pp. 49–55, 2019, doi: 10.14456/ea.2019.6.
- [12] L. Kristianto, “Pengaruh Persentase Serat *Fiberglass* Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polimer *Polyester*,” Universitas Sanata Dharma, 2018.
- [13] A. Sabuin, K. Boimau, D. G. H. Adoe, and J. T. Mesin, “Pengaruh Temperatur Pengovenan terhadap Sifat Mekanik Komposit Hibrid Polyester Berpenguat Serat Glass dan Serat Daun Gwang,” *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana (LJTMU)*, vol. 2, no. 1, pp. 69–78, 2015, doi: 10.1234/LJTMU.V2I1.490.
- [14] B. Firmansyah, “Pengaruh Parameter Proses Manufaktur Terhadap Karakteristik Komposit Berpenguat Serat Bambu Tali / *Epoxy*,” Pasundan, 2019.
- [15] D. Sofyan and P. I. Agustinus, “Karakteristik Mekanik Komposit Serat Bambu Kontinyu Dengan Perlakuan Alkali,” *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 15 No. 1, pp. 69–75, 2017.
- [16] S. Hidayatulloh, “Pengaruh Waktu Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Mekanik rHDPE Serat Pelepah Salak,” *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, pp. 12–17, 2018.