

**PENGARUH ORIENTASI SERAT DAN WAKTU ALKALISASI
PADA LAMINATES COMPOSITE POLYESTER-SERAT BEMBAN
(*DONAX CANNIFORMIS*) TERHADAP KEKUATAN BENDING,
IMPACT DAN BENTUK PATAHAN**

Akhmad Syarief¹, Achmad Azhar Basyir², Andy Nugraha³

Program Studi Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat

E-mail: akhmad.syarief@ulm.ac.id¹, azharbasyir13@yahoo.com², andy.nugraha@ulm.ac.id³*

ABSTRACT

Plant Bemban (*Donax canniformis*) is one of the plants that is often found in the swamp area of South Kalimantan that grows wildly on the roadside and around the home garden. The purpose of this study is to find out how large the bending strength and composite impact is reinforced with bemban fiber with polyester matrix with variations in fiber orientation and alkalization time. The method is done by alkalizing the banana fiber with 4% NaOH solution with a variation of 30 minutes, 60 minutes and 90 minutes. The process of making composites with 3 layers varies the direction of fiber A (0°,45°,90°), B (45°,90°,0°), C (90°,45°,0°) and the method used is how to hand lay up. Broken photos after testing using macro photo observations. The results showed that the specimens with the highest immersion time of 30 minutes for bending with variations A (0°,45°,90°) of 112.24 MPa and the lowest at 60 minutes with variation C (90°,45°,0°) amounting to 12.67 MPa. Price impact (HI) is highest at 60 minutes immersion time with variations A (0°,45°,90°) of 0.0208 joule/mm² and the lowest at 30 minutes immersion time with variation C (90°,45°,0°) of 0.0115 joules/mm².

Keywords: Composite, Bemban, Fiber Orientation, Alkalization Time

1. PENDAHULUAN

Bemban merupakan tumbuhan berumpun membentuk semak setinggi 1,5 sampai 4 meter dengan batang bulat berwarna hijau tua, beruas panjang antar 1 sampai 2,5 meter. Tumbuhan Bemban (*Donax canniformis*) ini merupakan salah satu tumbuhan yang banyak ditemukan di wilayah rawa Kalimantan Selatan yang tumbuh liar begitu saja di pinggir-pinggir jalan dan di sekitar perkarangan rumah. Dapat dilihat seperti Gambar 1.

Tumbuhan bemban ini memiliki nilai ekonomis sehingga dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai bahan kerajinan tangan berupa anyaman, tali dan juga tumbuhan bemban (*Donax canniformis*) ini dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar

sebagai obat-obatan salah satunya obat diabetes yang digunakan pada bagian akarnya, daunnya digunakan untuk obat bisul serta mengempeskan bengkak.



Gambar 1. Bembam (*Donax canniformis*)

Klasifikasi Tumbuhan Bembam

Dalam taksonomi atau sistematika tumbuhan-tumbuhan, bembam dapat diklasifikasi ke dalam ;

- Kingdom : *Plantae*
- Divisi atau fillium : *Angiospermae*
- Kelas : *Monocotyledoneae*
- Ordo / bangsa : *Zingiberales*
- Genus atau Marga : *Donax*
- Speasies / jenis : *Donax canniformis*

Material Komposit

Merupakan suatu material gabungan dua atau lebih bahan yang tergabung pada tingkat makroskopik dan tidak dapat larut, dimana tiap material memiliki perbeda satu sama lainnya dan juga sifat kimia ataupun sifat fisiknya (Autar K. Kaw, 2006). Definsisi lainnya menyebutkan bahwa komposit merupakan kombinasi material berfasa padat dari 2 atau lebih material makroskopik dengan kualitas lebih baik dari material pembentuknya (Imra,2009; Jacob, 1994).

Klasifikasi Material Komposit

Material komposit terbagi 3 macam yaitu, *Metal matrix Composite* (MMC), *Polymer Matrix Composite* (PMC), *Ceramics Matrix Composite* (CMC) (imra, 2009; Jacob, 1994).

Perbedaannya pada matrik yang dimanfaatkan yaitu polimer, logam, dan keramik. MMCs yang biasa dipergunakan yaitu *aluminium alloy* dengan fiber *boron/silicon carbide*, PMCs yang biasa dipergunakan yaitu polimer jenis *thermosetting* dan CMCs dipergunakan untuk Si_3N_4 dan Al_2O_3 .

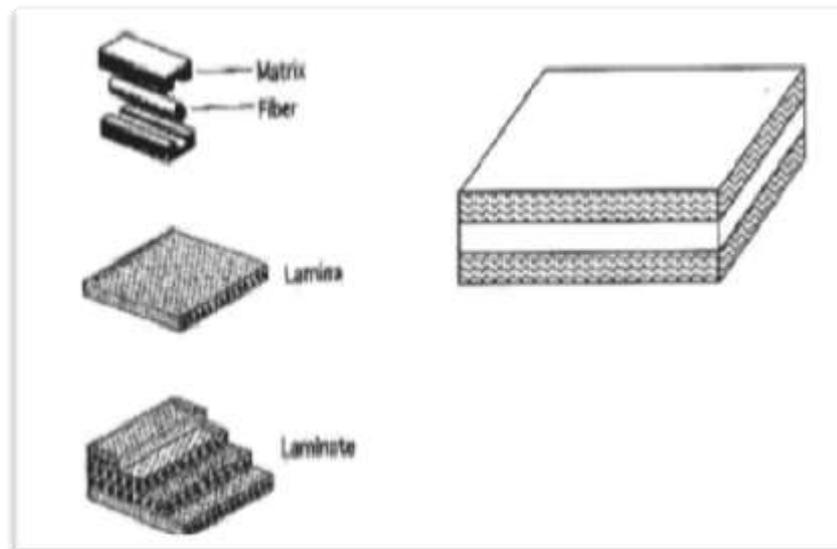
Klasifikasi Komposit Berdasarkan Komponen Strukturnya

Komposit diklasifikasikan menjadi tiga :

1. Komposit serat (*Fibrous Composites*)
2. Komposit Partikel (*Particulate Composites*)
3. Komposit Laminat (*Laminates Composites*)

Komposit laminat (*Laminates Composites*)

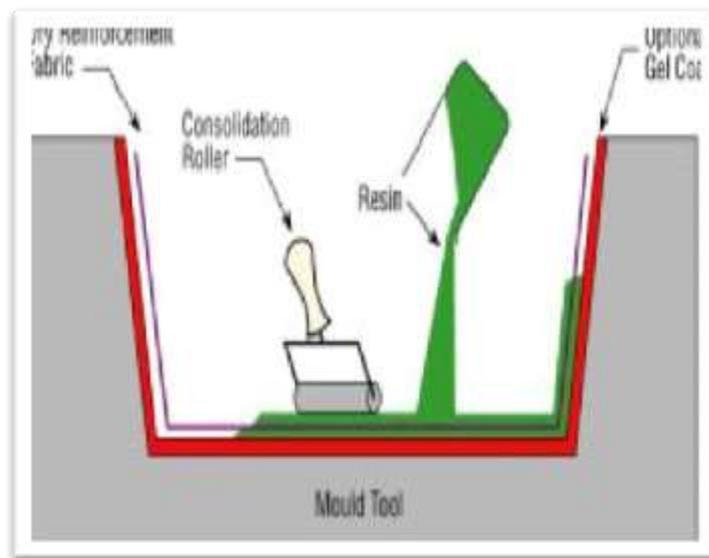
Laminat yaitu gabungan dari dua lapisan tau lebih yang mana tiap lapisannya memiliki arah serat tertentu, membentuk elemen struktur integral di komposit. Laminat yang arah seratnya searah saja biasanya kurang baik dalam strukturnya. Maka dari itu struktur komposit dibentuk laminat yang terdiri dari beberapa lapisan yang di variasikan oreantasi arahnya sesuai keperluan serta digabungkan secara bersamaan sehingga dapat menghasilkan struktur yang baik dan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Laminates Composites*

Hand Lay Up

Resin dituang di atas serat pada rongga cetakan yang ada pada Gambar 3 secara manual. Resin bersinggungan dengan udara dan umumnya pencetakan ini dilakukan pada temperatur suhu ruangan.



Gambar 3. *Hand Lay Up*

Perlakuan Alkali Terhadap Serat Alam

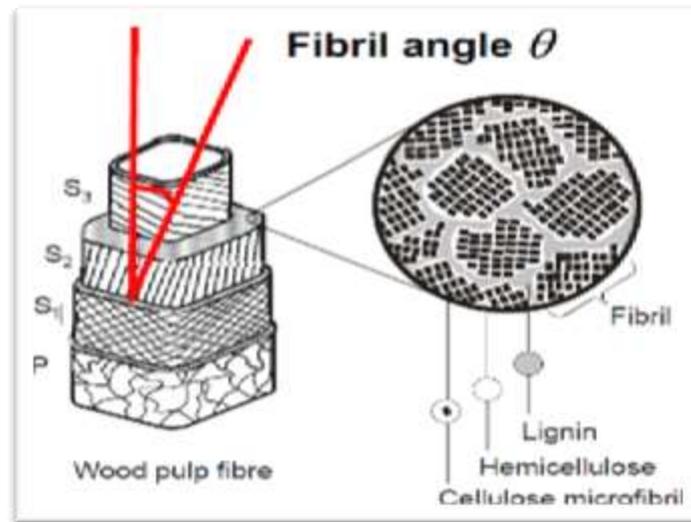
Efek mercerisasi pada dasarnya cocok untuk perlakuan mekanik. Definisi baku tentang mercerisasi menurut ASTM D638-03 adalah proses pokok suatu serat terhadap interaksi dasar yang kuat dengan kandungan air sebagai cara untuk menghasilkan permukaan yang luas dengan resultan yang berubah-ubah dengan struktur, dimensi, morfologi, dan sifat mekanik yang bagus (Aboul et al., 1985). Sifat serat umumnya dipengaruhi oleh selulosa, lignin, dan hemicellulose.

Proses alkalisasi dapat mengurangi sampai menghilangkan kandungan lignin dan hemicellulose pada serat. Ketika hemiselulosa hilang, daerah interfibrilar akan lebih padat dan kaku sehingga membuat fibrils dapat mengatur ulang strukturnya. Ketika serat alam diregang, terjadinya penyusunan kembali fibrils akan mengakibatkan pembagian beban secara lebih baik pada masing-masingnya sehingga serat menghasilkan tegangan yang lebih tinggi (kekuatannya meningkat).

Sebaliknya, ikatan inter-fibrilar yang lunak akan mempengaruhi transfer tegangan yang kurang baik pada fibril, dan dengan demikian seluruh pengembangan tegangan

dalam fiber berada di bawah pengaruh deformasi. Ketika lignin hilang secara berangsur-angsur, lapisan tipis pada pertengahan bergabung dengan sel paling atas sehingga diharapkan lebih plastis dan sebaik mungkin homogen selama penyisihan microvoids secara berangsur-angsur.

Dengan perlakuan kimia seperti Alkali dapat melarutkan lignin sehingga kadarnya berkurang (Vallo et al., 2004; Bledzki, 1996), namun perlakuan alkali yang terlalu lama akan mengakibatkan serat alam rusak permanen sehingga serat menjadi rapuh. dapat dilihat pada Gambar 4..

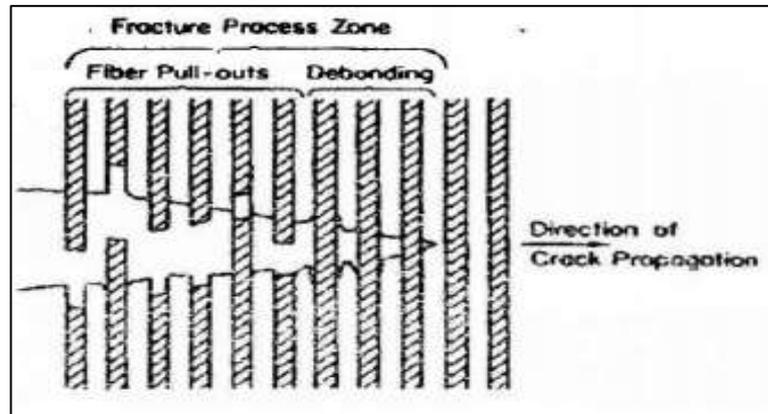


Gambar 4. Bagian-Bagian Penyusun Serat Alam

Patah diartikan sebagai pemisahan suatu material menjadi dua atau lebih patahan sebagai reaksi terhadap tegangan statik. Dua patah yang terjadi pada material yaitu patah liat (ductile fracture) serta patah getas (brittle fracture). Patah liat (ductile) menunjukkan serapan energi yang besar sebelum patah dan deformasi plastis. Pada patah getas (brittle) hanya terjadi sedikit deformasi plastik atau tidak sama sekali. Setiap patahan yang terjadi dimulai dari pembentukan dan perambatan sebagai akibat dari tegangan luar.

Fibre pull out merupakan terlepasnya serat dari matriks akibat beban tarik sehingga kemampuan komposit menahan beban lebih kecil daripada beban maksimumnya. Ketika matriks retak, beban dialirkan dari matriks ke serat sehingga kemampuan menahan beban berpindah ke serat, beriringan bertambahnya deformasi,

serat terlepas dari matriks akibat debonding dan patahnya serat (Schwartz, 1984). Bentuk patahan *Fibre pull out* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Fibre Pull Out*

2. METODE PENELITIAN

Prosedur-prosedur dalam penelitian sebagai berikut :

1. Perlakuan serat bemban

- a. Batang bemban yang sudah didapat dari Barabai pada bulan Maret kemudian dibersihkan, selanjutnya direbus selama ± 1 jam.
- b. Batang yang sudah direbus, kemudian dipotong dengan lebar 1 mm dan panjang 160 mm.
- c. Selajutnya dikeringkan dengan oven dengan suhu 75°C selama ± 4 jam.
- d. Menyiapkan larutan NaOH sebanyak 4% dari 500 ml aquades
- e. Serat bemban yang sudah dikeringkan kemudian direndam dalam larutan NaOH masing-masing menggunakan variasi waktu alkalisasi selama 30 menit , 60 menit, dan 90 menit untuk dilakukan proses alkalisasi.
- f. Setelah perlakuan alkalisasi, kemudian dilakukan proses pencucian menggunakan aquades pada serat agar kadar NaOH pada serat hilang.
- g. serat bemban kemudian dikeringkan dengan oven dengan suhu 75°C selama ± 4 jam.

2. Pembuatan komposit

- a. Menyiapkan cetakan spesimen dari kaca dengan ukuran sesuai dengan ASTM D790 dan ASTM D256.
- b. Menyiapkan resin sebanyak 18 ml untuk bending dan 12 ml untuk impact.
- c. Menyiapkan katalis sebanyak 1% dari massa resin .

- d. Mengoleskan wax pada cetakan yang telah disiapkan.
- e. Mencampurkan resin dan katalis
- f. Menyiapkan serat yang telah dikeringkan Kemudian letakkan serat bemban satu persatu sesuai orientasi yang ditentukan.
- g. Kemudian oleskan resin diatas serat sampai merata.
- h. Proses pengeringan spesimen dilakukan didalam ruangan dengan suhu ruangan selama kurang lebih 1 hari.

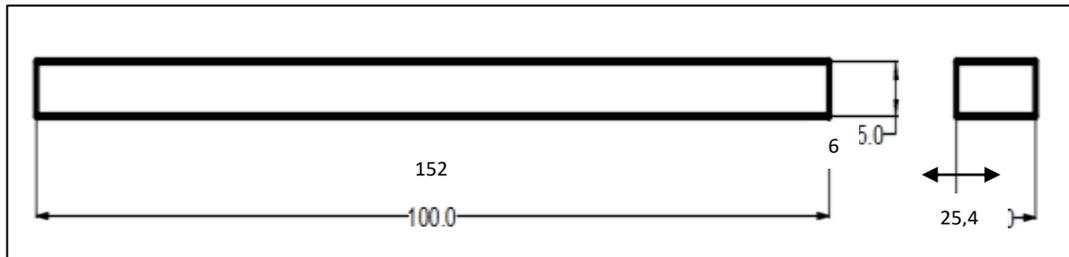
3. Pengujian Spesimen dan perhitungan uji bending dengan rumus

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bh^2} \tag{1}$$

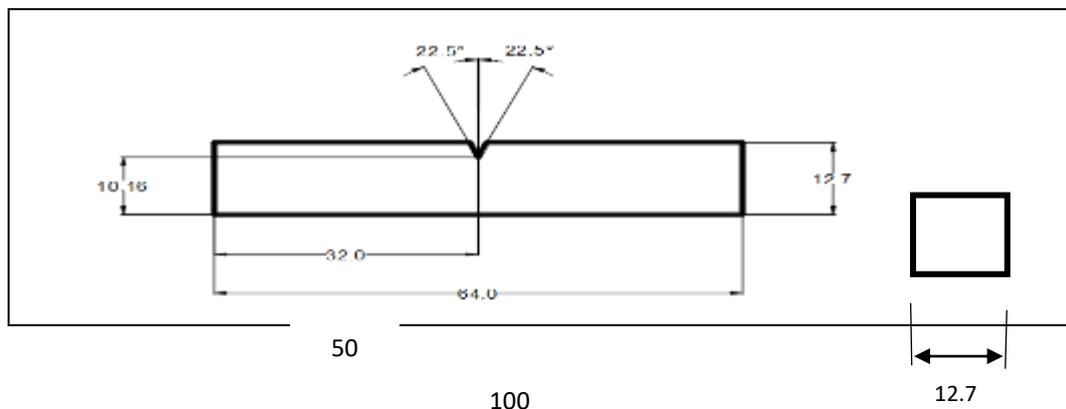
dan uji impact dengan rumus $HI = \frac{Esrp}{Ao}$ (2)

4. Foto makro bentuk patahan spesimen.

Ukuran cetakan *bending* dan *impact* dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.



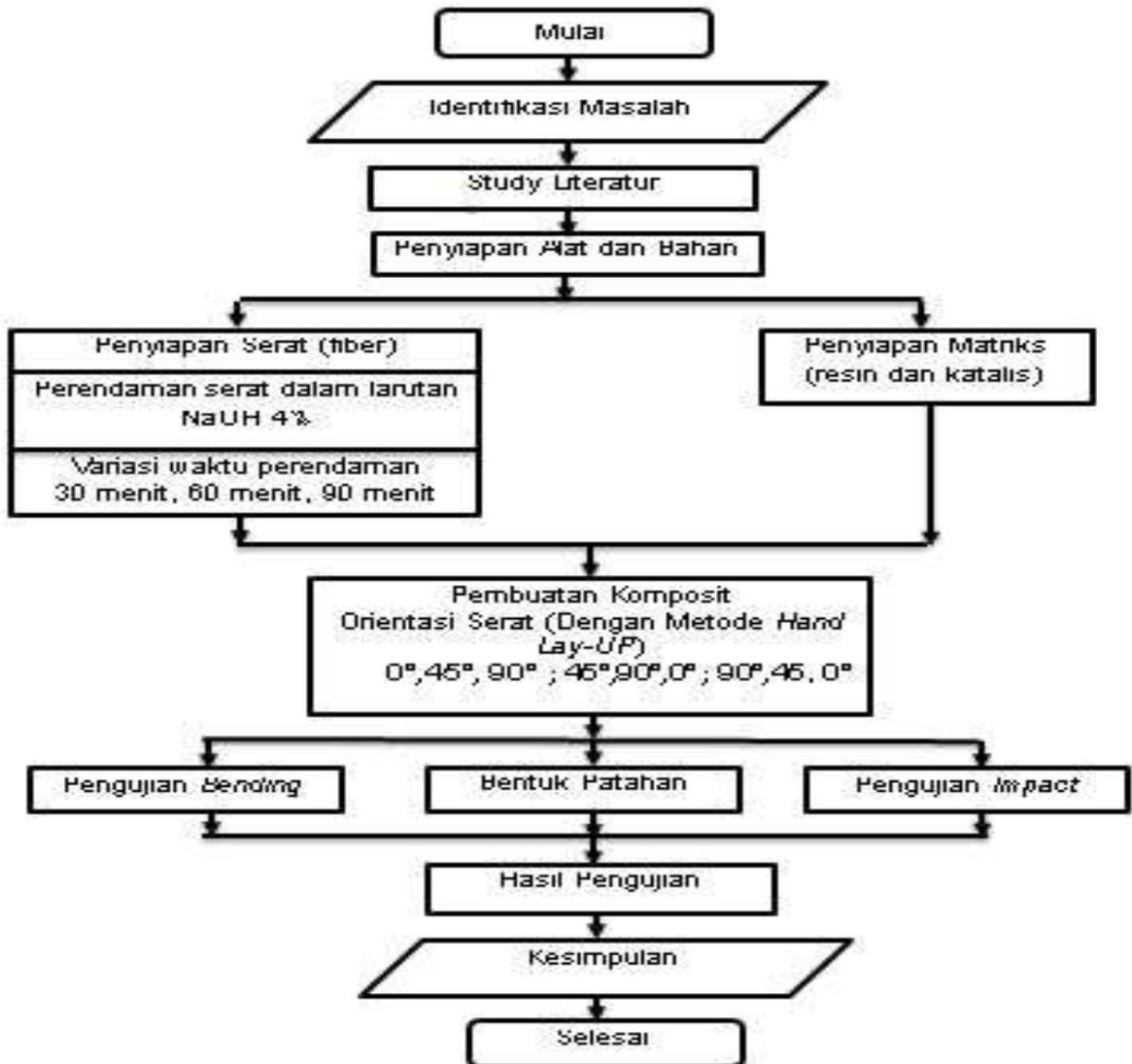
Gambar 6. Dimensi Spesimen Uji *Bending*



Gambar 7. Dimensi Spesimen Uji *Impact*

Diagram Alir Penelitian

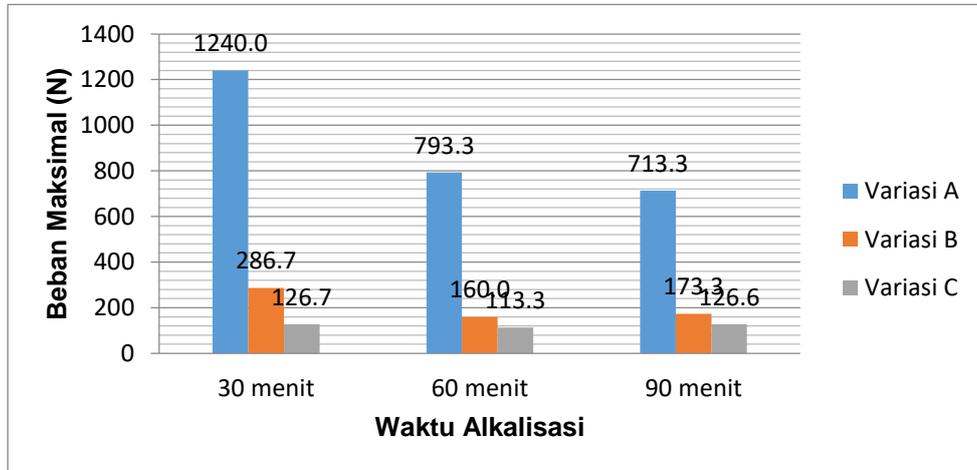
Diagram alir penelitian dapat dilihat dalam Gambar 8.



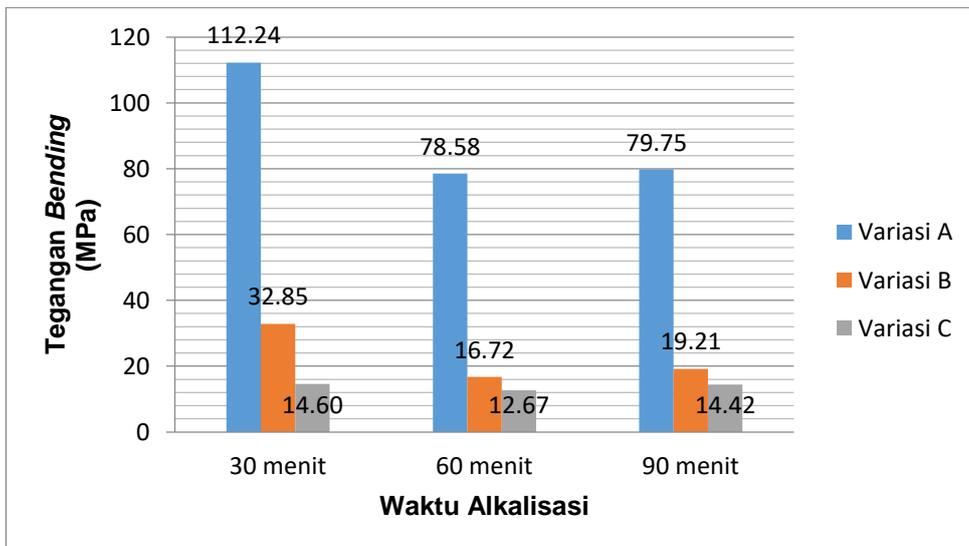
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan nilai beban maksimal dan tegangan *bending* pada material komposit serat bemban. Ditunjukkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Grafik beban maksimal dan waktu alkalisasi terhadap beban maksimal rata-rata



Gambar 10. Grafik hubungan variasi orientasi serat bemban dan waktu alkalisasi terhadap tegangan *bending* rata-rata

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahwa material komposit serat bemban pada waktu alkalisasi 30 menit, 60 menit dan 90 menit, didapatkan nilai tegangan *bending* tertinggi pada waktu perendaman selama 30 menit dengan variasi arah serah A (0° , 45° , 90°) sebesar 112,24 MPa dan kekuatan tegangan *bending* yang terendah pada waktu alkalisasi 60 menit dengan variasi C (90° , 45° , 0°) sebesar 12,67 MPa.

Proses alkalisasi serat bemban dalam larutan NaOH sebanyak 4% atau 20 gram NaOH per 500 ml aquades selama 30 menit dapat merubah kondisi permukaan menjadi bersih dan lebih kasar, hal ini karena perubahan kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin pada serat. Sehingga merubah sifat fisik dan mekanik serat, menjadi kaku dan peningkatan kekuatan tegangan *bending* dalam batas waktu tertentu.



(a)

(b)

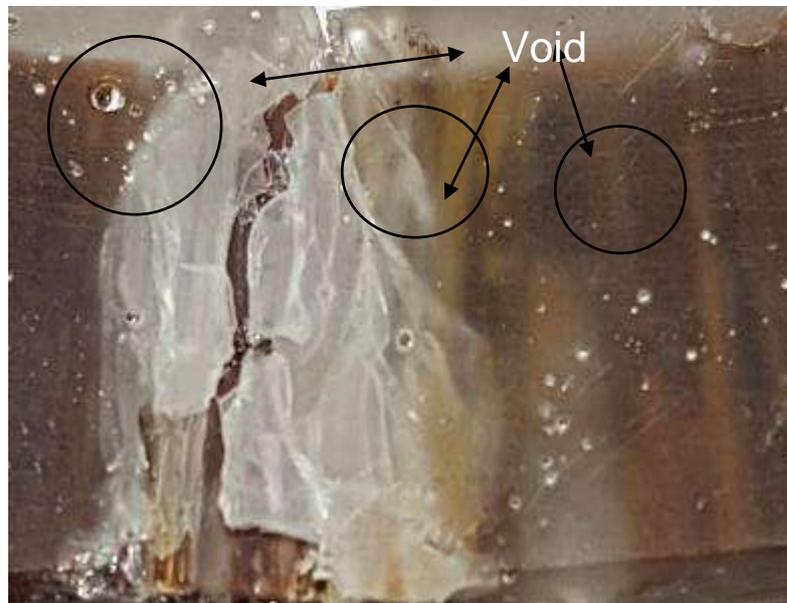
Gambar 11. Foto mikro serat bemban (a) sebelum perendaman dan (b) setelah perendaman dengan NaOH 4% selama 30 menit

Pada Gambar 11 menunjukkan berkurangnya kadar lignin, hal ini berakibat *interface* antara serat dengan matrik polimer menjadi lebih kuat. Lignin dapat mempengaruhi gaya *adhesi* serat dengan matrik sehingga menjadi lemah. kekuatan ini juga dipengaruhi oleh orientasi serat yang mana dengan variasi A ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$) mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi B ($45^\circ, 90^\circ, 0^\circ$) dan juga variasi C ($90^\circ, 45^\circ, 0^\circ$) disebabkan oleh kurang kuatnya lapisan serat dilapisan bawah (45° atau 90°) untuk menahan tekanan sehingga mudah tercabut dari resin.

Pada Gambar 12 adanya cacat berupa celah atau *void* pada komposit, disebabkan dua faktor yaitu yang pertama terjebaknya udara disela-sela serat pada saat proses pengolahan komposit serat bemban sehingga terjadinya *void*. *Void* yaitu gas yang terjebak atau udara hampa yang terjebak (Schwartz, 1984). Dan yang kedua yaitu serat bemban (serat alam) gampang menyerap air (*hidrofilik*). Sehingga pada saat proses pencetakan, panas yang diperoleh dari proses pencetakan menyebabkan uap yang terdapat dari serat keluar. Tetapi tekanan udara luar lebih tinggi sehingga uap tersebut tidak bisa menuju ke permukaan dan terjebak di dalam komposit. Energi permukaan dari

serat sangat dekat hubungannya dengan *hydrophility* dari fiber (Imra, 2009; Westerlind et al., 1988).

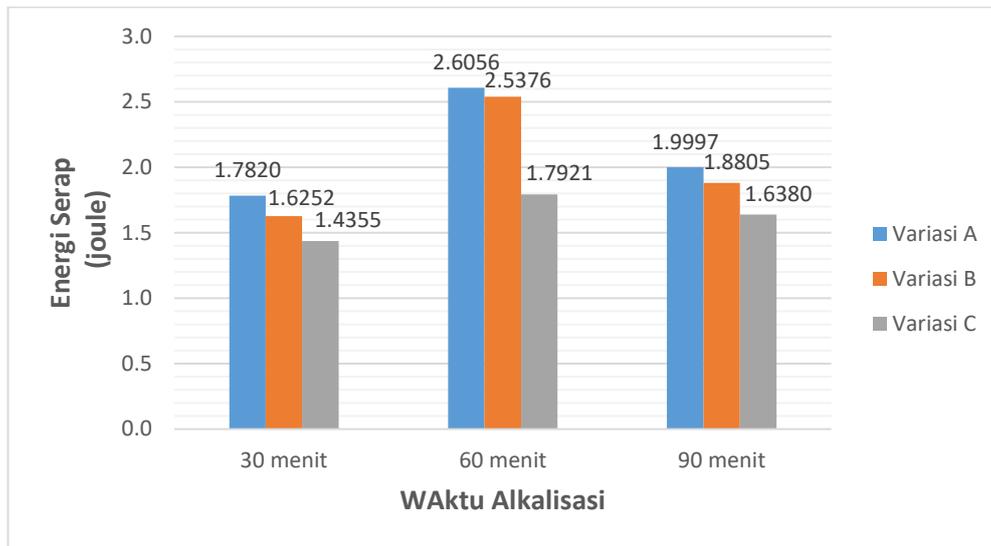
Void pada komposit menyebabkan konsentrasi tegangan terfokus pada *void* dan menjadinya permulaan timbulnya retakan, semakin banyak *void* berakibat konsentrasi tegangan pada *Void* tersebut semakin banyak . Sehingga seharusnya beban dapat didistribusikan keseluruh matrik menjadi terfokus pada satu area saja. Sehingga Kegagalan disebut kegagalan akibat matrik sehingga material komposit yang dihasilkan dibawah performanya.



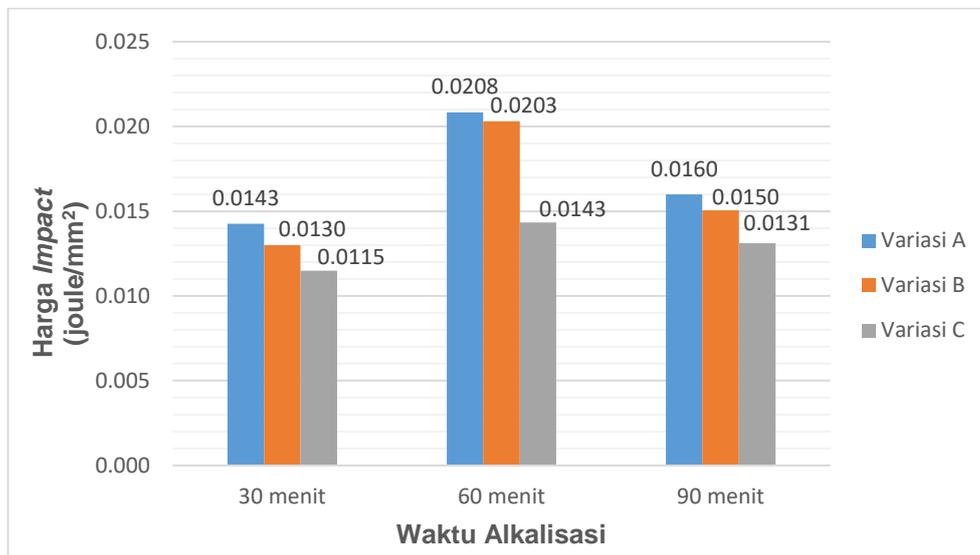
Gambar 12. Foto makro adanya *Void* pada sepesimen *bending* 60 menit dengan variasi A (0° , 45° , 90°)

Sifat ketangguhan *impact* komposit *polyester*-serat bemban dengan variasi oreintasi serat dan waktu alkalisasi. Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahwa material komposit serat bemban pada waktu alkalisasi 30 menit, 60 menit, dan 90 menit, didapatkan Harga *impact* yang tertinggi pada waktu perendaman selama 60 menit dengan variasi arah serah A (0° , 45° , 90°) sebesar $0,0208 \text{ joule/mm}^2$ dan kekuatan Harga *impact* yang terendah pada waktu alkalisasi 30 menit dengan variasi C (90° , 45° , 0°) sebesar $0,0115 \text{ joule/mm}^2$.

Pada Gambar 13 dan 14 hasil pengujian *impact* terlihat bahwa pada material komposit dengan waktu alkalisasi 60 menit memiliki ketahanan *impact* yang lebih besar dibandingkan waktu alkalisasi 30 menit dan 90 menit.



Gambar 13. Grafik hubungan antara waktu alkalisasi dan variasi orientasi serat bemban terhadap Energi Serap (ES)



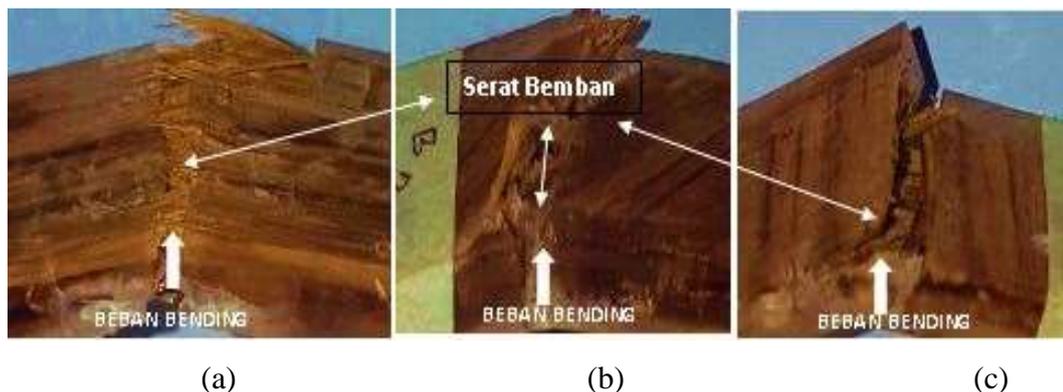
Gambar 14. Grafik pengaruh variasi orientasi serat bemban dan waktu alkalisasi terhadap harga *impact* rata-rata

Jadi untuk pengujian *impact* serat bemban ini menghasilkan harga *impact* yang cukup baik. Namun harus diperhatikan adalah pada waktu perendaman serat bemban

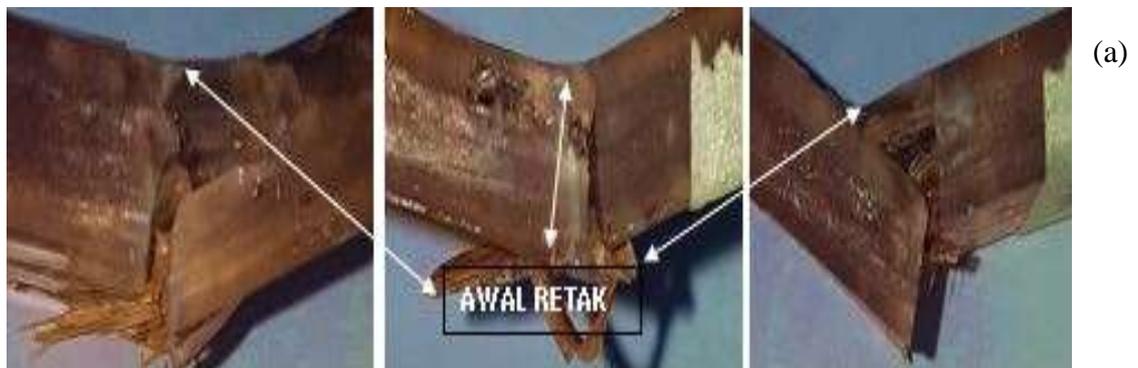
menggunakan NaOH, waktu yang lebih dari 60 menit kekuatan harga *impact* ternyata menurun.

Hal tersebut terjadi diakibatkan lamanya waktu alkalisasi melewati batas waktu alkalisasi tertentu, sehingga serat bertambah kaku dan gampang putus atau rapuh. dapat dilihat pada Gambar 12 variasi orientasi serat juga mempengaruhi harga *impact* yang mana variasi A ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$) lebih unggul dibandingkan dengan variasi B ($45^\circ, 90^\circ, 0^\circ$) dan juga variasi C ($90^\circ, 45^\circ, 0^\circ$), disebabkan disebabkan oleh kurang kuatnya lapisan serat dilapisan bawah (45° atau 90°) untuk menahan tekanan sehingga mudah tercabut dari resin. Adanya gelembung udara (*void*) pada material komposit juga sangat mempengaruhi ketangguhan *impact* yang diperoleh.

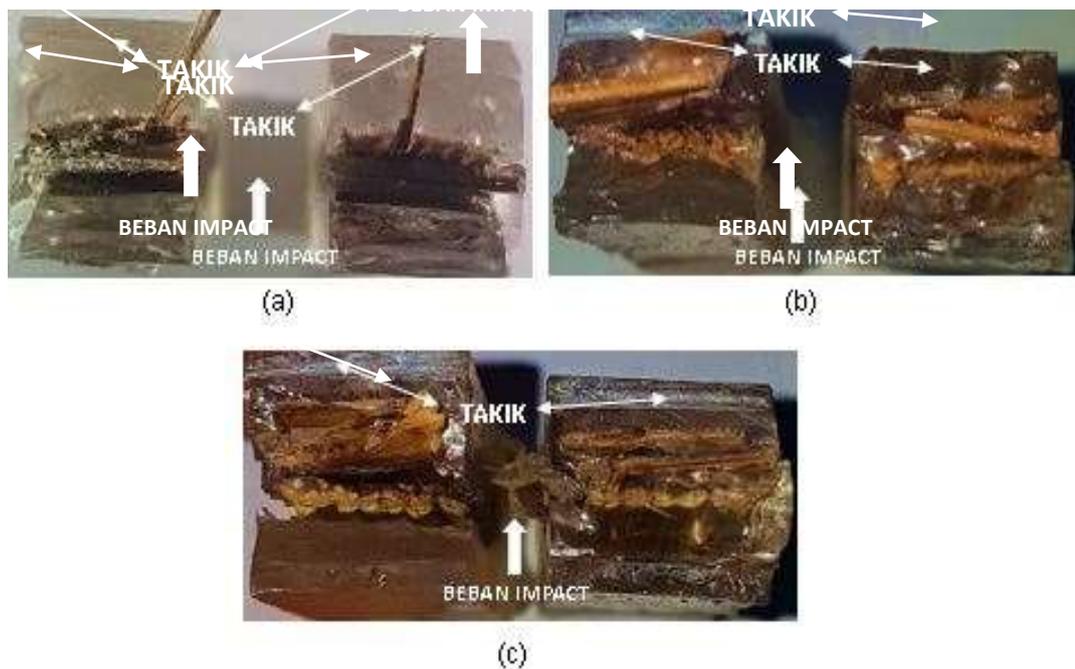
Bentuk patahan komposit *polyester*-serat beban secara makro dari Gambar 15 sampai 18 dapat disimpulkan bentuk patahan yang terjadi pada saat pengujian *bending* dan *Impact* spesimen adalah patahan *fibre pull out*. *Fibre pull out* adalah terlepasnya serat dari resin, disebabkan ketika resin retak akibat beban, maka kemampuan menahan beban terus berkurang. Sedangkan pada komposit tetap dapat menahan beban walau yang ditahan relatif kecil dari beban maksimal. Tetapi seiring bertambahnya deformasi, serat akan tercabuti dari resin (diakibatkan debonding dan putusnya serat).



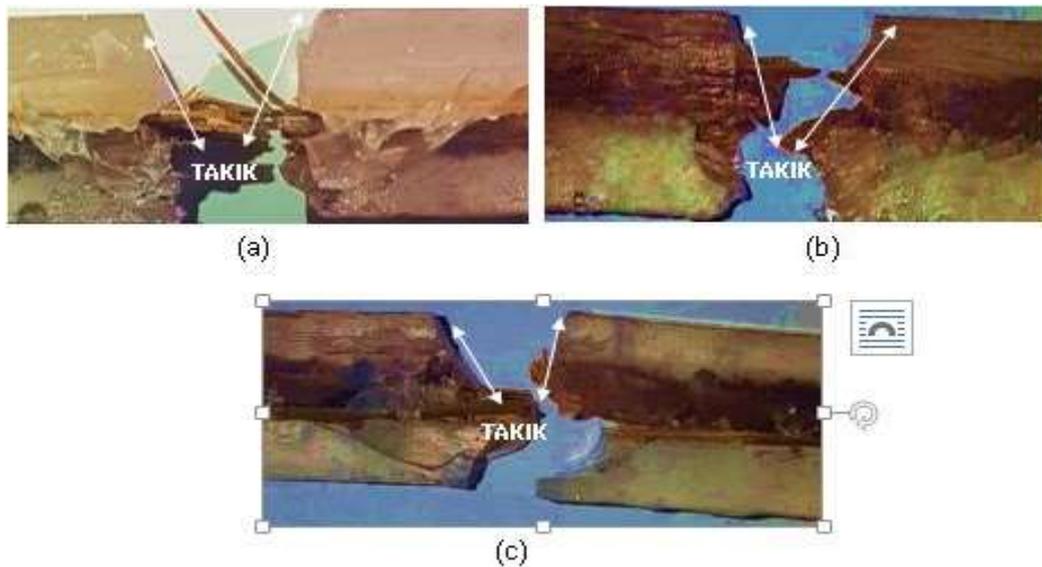
Gambar 15. Hasil pengamatan foto makro sampel uji *bending* pada spesimen komposit 30 menit dengan (a) variasi A ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$), (b) variasi B ($45^\circ, 90^\circ, 0^\circ$) dan juga variasi C ($90^\circ, 45^\circ, 0^\circ$)



Gambar 16. Hasil pengamatan foto makro sampel uji *bending* pada spesimen komposit 30 menit dengan (a) variasi A ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$), (b) variasi B ($45^\circ, 90^\circ, 0^\circ$) dan (c) juga variasi C ($90^\circ, 45^\circ, 0^\circ$)



Gambar 17. Hasil pengamatan foto makro sampel uji *impact* pada spesimen komposit 60 menit dengan (a) variasi A ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$), (b) variasi B ($45^\circ, 90^\circ, 0^\circ$) dan (c) juga variasi C ($90^\circ, 45^\circ, 0^\circ$)



Gambar 18. Hasil pengamatan foto makro sampel uji *impact* pada spesimen komposit 60 menit dengan (a) variasi A ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$), (b) variasi B ($45^\circ, 90^\circ, 0^\circ$) dan (c) juga variasi C ($90^\circ, 45^\circ, 0^\circ$)

4. KESIMPULAN

1. Pengaruh orientasi serat bemban menggunakan variasi A ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$), B ($45^\circ, 90^\circ, 0^\circ$) dan C ($90^\circ, 45^\circ, 0^\circ$) untuk nilai beban maksimal yang tertinggi pada variasi A ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$) sebesar 1240 N dan tegangan *bending* yang tertinggi juga pada variasi A ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$) sebesar 112,24 MPa. Dan terhadap kekuatan *impact* dan *bending*. Untuk nilai yang tertinggi dari energi serap pada variasi A ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$) sebesar 2,6056 joule dan harga *impact* (HI) nya pada variasi A ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$) sebesar 0,0208 joule/mm².
2. Pengaruh waktu alkalisasi yang terbaik untuk kekuatan *bending* yaitu pada waktu alkalisasi 30 menit dengan nilai 112,24 MPa. Dan untuk waktu alkalisasi yang terbaik kekuatan *impact* yaitu pada waktu alkalisasi 60 menit dengan nilai 0,0208 joule/mm²
3. Bentuk patahan yang terjadi setelah dilakukan uji *impact* dan *bending* yaitu bentuk patahan *fibre pull out* yang mana retaknya resin dan tercabutnya serat pada resin.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. D 790 *standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating material*. Philadelphia, PA : American Society for Testing and Materials.
- ASTM D256-00, *Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastic*.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan. (2014). Kalimantan Selatan dalam Angka. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan, Banjarmasin.
- Bledzki, AK, Reihmane S, Gassan J. (1996). *J Appl Polym Sci* 1996: 1329-1336.
- Callister, W. D. (1991). *Material Science and Engineering an Introduction*, John Willey and Sons Inc, New York.
- Imra, Iswandi., (2009). Pengaruh Proses Vakum Dan Variasi Tekanan Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Alam (*Coir Fiber Reinforced Resin Composite*). Tugas akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang.
- Jones, M. R., (1999). *Mechanics of Composite Material* , Mc Graw-hill Kogakusha, Ltd.
- Jacob J.A., Kilduft T.K. (1994). *Engineering Material Technology Structure, Processing, Property and Selection 2*. Prentice Hall, Inc A Simon and Schuster Company, USA.
- KAW. K Autar (2006). *Mechanics of Composite Material 2nd ed*, Taylor & Francis Group, New York.
- M. Jacob, K.T. Varughese, S. Thomas. (1994). *Novel woven sisal fabric reinforced natural rubber composite: tensile and swelling characteristics, Journal of Composite Material*
- Neagu Cristean, Dkk. (2007). *Stiffnes Contribution Of Wood Fibers To Composite Material*. KHT Solid Mechanic.
- Smith, W.F. (1996). *Priciples of Material Science and Engineering 2nd ed*, Mc Graw-hill, Singapore.
- Schwartz, Mel M. (1984). *Composite Material Handbook Vol I, Polymer Matrix Composites Guidelines For Characterization Of Structural Materials*, Mc Graw Hill Companies, Inc.

- Soemardi, Tresna P. Kusumaningsih, Widjajalaksmi. Irawan, Agustinus Purna. 2009. Karakteristik Mekanik Komposit Lamina Serat Rami Epoksi Sebagai Bahan Alternatif Soket Protesis. Universitas Indonesia. Depok.
- Timing S.L.R. 1998. Engineering Material Adisson Wesley Iongman Limited.
- Widodo, B., 2007. Analisis Sifat Mekanik Komposit Epoksi Dengan Penguat Serat Pohon Aren (Ijuk) Model Lamina Berorientasi Sudut Acak (Random). Institut Teknologi Nasional. Malang.

Halaman ini sengaja dikosongkan