

PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT DAN LAMA WAKTU PERENDAMAN NaOH TERHADAP KEKUATAN IMPAK KOMPOSIT POLIESTER BERPENGUAT SERAT IJUK

*Mochamad Arif Irfa'i^a, Diah Wulandari^a, Sutriyono^b, Eko Marsyahyo^b

^aJurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Gedung A6 Lantai 2 Kampus Unesa Ketintang Surabaya

^bJurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jalan Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang, tel. 0341-551431

*E-mail: arifirfai@unesa.ac.id

ABSTRAK

Kelangkaan kayu akibat kebijakan moratorium tentang penghentian penebangan hutan pada tahun 2007 mendorong mencari material pengganti kayu. Komposit merupakan material alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti kayu. Artikel ini membahas tentang pengaruh fraksi volume serat dan lama waktu perendaman NaOH terhadap kekuatan impact komposit lamina berpenguat serat ijuk. Material yang digunakan adalah serat ijuk acak yang telah *ditreatment* NaOH, *resin polyester* 157 BQTN (UPRs) dan *hardener MEKPO*. Serat ijuk setelah dicuci bersih kemudian dibuat komposit *polyester-serat ijuk* dengan fraksi volume serat 20%, 30%, 40%, 50% dan 60%. Serat ijuk yang lain direndam dalam larutan NaOH 5% dengan lama waktu perendaman 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam kemudian dilakukan pencetakan komposit. Metode pembuatan komposit dilakukan secara *hand lay up*. Komposit tersusun dari 3 lamina serat ijuk acak, setelah proses pencetakan selesai dibuat menjadi spesimen uji impact. Spesimen uji impact dibuat sesuai dengan standart JIS K 7062. Pemeriksaan penampang patahan secara visual dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dilakukan untuk mengetahui mekanisme patahan. Semua spesimen dikenai pemanasan akhir (*post cure*) pada suhu 62° C selama 4 jam. Pengujian impact dilakukan dengan menggunakan mesin uji impact. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit *polyester* berpenguat serat ijuk memiliki kekuatan impact tertinggi 0,9703 joule pada fraksi volume serat $V_f = 30\%$, sedangkan lama waktu perendaman paling optimal selama 2 jam dengan kekuatan impact tertinggi 0,9073 joule. Penampang patahan menunjukkan bahwa komposit serat ijuk tercabut dari matriks (*fiber pull out*) yang mengindikasikan lemahnya ikatan antara serat dan matriks

Kata kunci: fraksi volume serat, kekuatan impact, penampang patahan, serat ijuk dan lama waktu perendaman NaOH

1. PENDAHULUAN

Kelangkaan kayu sebagai bahan baku pembuatan kapal nelayan sebagai akibat kebijakan moratorium tentang penghentian penebangan hutan pada tahun 2007 hingga batas waktu yang belum ditentukan mendorong mencari alternatif material pengganti kayu [1]. Komposit merupakan material alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti kayu. Material komposit yang diperkuat dengan serat merupakan material teknik yang banyak digunakan karena memiliki keunggulan seperti sifat yang dapat didesain mendekati kebutuhan, harganya murah, ramah lingkungan, *low density* dan *high aspect ratio* untuk *transfer* beban yang sangat baik [2].

Serat yang digunakan sebagai penguat dalam material komposit adalah serat sintetik dan serat lokal atau alam. Serat sintetik adalah serat organik yang telah diperlakukan dengan bahan-bahan kimia tertentu. Sedangkan serat alam atau lokal adalah serat yang langsung didapatkan dari alam, baik dari tumbuhan atau dari hewan. Serat alam di Indonesia masih banyak kita jumpai misalnya, serat goni, pandan, ijuk, dan masih banyak lagi serat alam lainnya yang berupa bahan mentah yang sampai saat ini belum diolah secara maksimal.

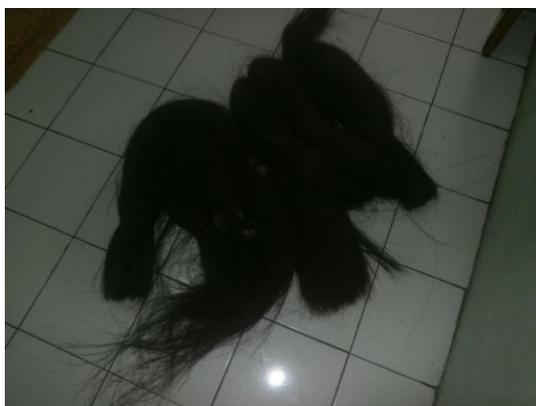
Serat alam sekarang banyak digunakan karena jumlahnya banyak dan sangat murah sehingga sering dimanfaatkan sebagai penguat pada material komposit. Selain itu, serat alam juga telah banyak dikembangkan sebagai penguat untuk meningkatkan performa komposit serat alam. Keunggulan-keunggulan yang dimiliki komposit serat alam dijadikan alasan kuat untuk mengaplikasikan komposit serat alam pada berbagai bidang. Pada bidang *automotive*, EGM (*engineering green materials*) diaplikasikan untuk *automotive interior parts*. Dalam bidang olahraga diaplikasikan untuk *lightweight shin decker* dari *abaca bast composite*, sedangkan pada bidang militer, diaplikasikan panel tahan peluru berbasis komposit berpenguat serat ramie [3].

Melihat dari keadaan itu dan mengingat kegunaan material komposit yang beraneka ragam maka pada penelitian ini, mencoba membuat material komposit dengan menggunakan serat alam. Serat alam yang digunakan dalam pembuatan material komposit adalah serat ijuk (*Arenga pinnata*). Penelitian ini menggunakan serat ijuk yang telah *ditreatment* dengan larutan NaOH 5%. Perendaman serat ijuk dengan menggunakan larutan NaOH dimaksudkan

untuk memperbaiki pelekatan antara serat dengan resin *polyester*. Selain itu, hasil riset Govardhan dan Rao [4] menunjukkan bahwa perlakuan alkali dapat meningkatkan kekuatan tarik dan *flexural properties* komposit. Pengujian impak dilakukan untuk mengetahui sejauh mana komposit *polyester* dengan penguat serat ijuk mampu menyerap energi akibat benturan.

2. MATERIAL DAN METODOLOGI

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah serat ijuk yang tanpa *ditreatment* NaOH dan serat ijuk yang telah *ditreatment* NaOH selama 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam, resin *unsaturated polyester 157 BQTN (UPRs)* dan *hardener metil etil keton peroxide (MEKPO)* [5]. Alat yang digunakan meliputi cetakan, timbangan digital, jangka sorong dan dongkrak hidrolis. Serat ijuk dicuci dengan air kemudian dilanjutkan pengeringan dalam ruangan tertutup selama 3 x 24 jam. Serat ijuk tanpa perendaman NaOH setelah dicuci dan dikeringkan kemudian dilakukan manufaktur komposit dengan variabel fraksi volume serat (V_f) = 20%, 30%, 40%, 50% dan 60% [6]. Serat ijuk yang telah kering kemudian direndam dalam larutan NaOH 5% selama 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam. Kadar air bebas yang ada dalam dihilangkan dengan cara memasukkan serat dalam oven selama 15 menit. Pembuatan komposit dilakukan dengan cetak tekan (*press mold*). Manufaktur komposit dilakukan dengan meletakkan serat yang telah direndam NaOH masing-masing 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam kemudian membasahi permukaan serat dengan *resin unsaturated polyester*. Pembuatan komposit dilakukan sekali cetak untuk masing-masing variabel lama waktu perendaman larutan NaOH (0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam) dan variabel fraksi volume serat (V_f)= 20%, 30%, 40%, 50% dan 60%. Spesimen uji impak dibuat dengan memotong komposit *polyester* berpenguat serat ijuk yang telah dicetak menggunakan gerinda tangan. Dimensi sampel uji dan metoda pengujian impak dirancang sesuai dengan standar JIS K 7062. Pengujian dilakukan dengan mesin uji impak. Foto penampang patahan dilakukan dengan foto makro dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk mengetahui mekanisme dan tipe patahannya [7].



(a)



(b)

Gambar 1. a. *raw materials* (serat ijuk) b. serat ijuk dicuci dengan air mineral



(a)



(b)

Gambar 2. a. perendaman serat ijuk dalam larutan NaOH b. manufaktur komposit *polyester*-serat ijuk



(a)



(b)

Gambar 3. a. Proses pemotongan spesimen uji impact b. Proses pengujian impact

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji impact

Data yang diperoleh pada pengujian impact, selanjutnya dimasukkan dan diolah ke dalam persamaan 1 kemudian ditampilkan dalam tabel 1 dan tabel 2.

$$U_{serap} = W R \left((\cos \beta - \cos \alpha) - (\cos \alpha' - \cos \alpha) \left(\frac{\alpha + \beta}{\alpha + \alpha'} \right) \right) \dots \dots \dots (1)$$

Tabel 1. Data lama waktu perendaman NaOH dengan kekuatan impact

Lama waktu perendaman NaoH, jam	Energi Impact, joule
0	0,2419
2	0,9073
4	0,8723
6	0,7773
8	0,4459

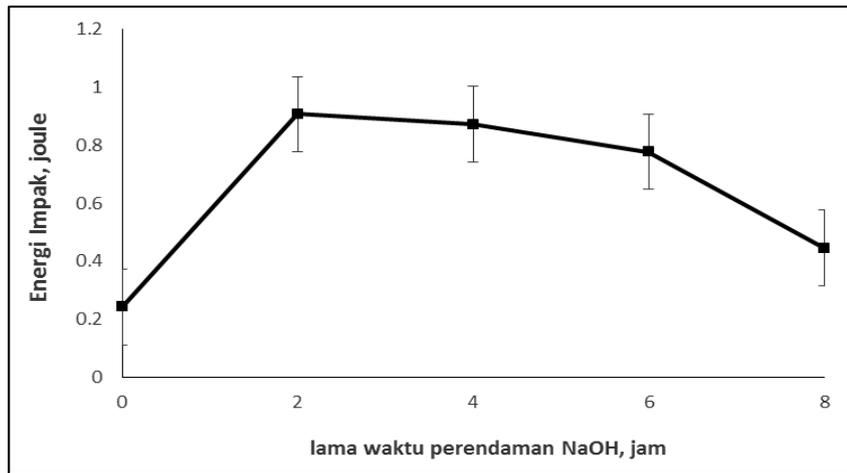
Tabel 2. Data hubungan fraksi volume serat (V_f) dengan kekuatan impact

Fraksi volume serat ijuk, %	Energi Impact, joule
20	0,5410
30	0,9703
40	0,8090
50	0,7060
60	0,6450

Dari Tabel 1 diatas kemudian diolah dan disajikan dalam bentuk kurva hubungan antara lama waktu perendaman NaOH dengan kekuatan impact seperti ditunjukkan pada gambar 1.

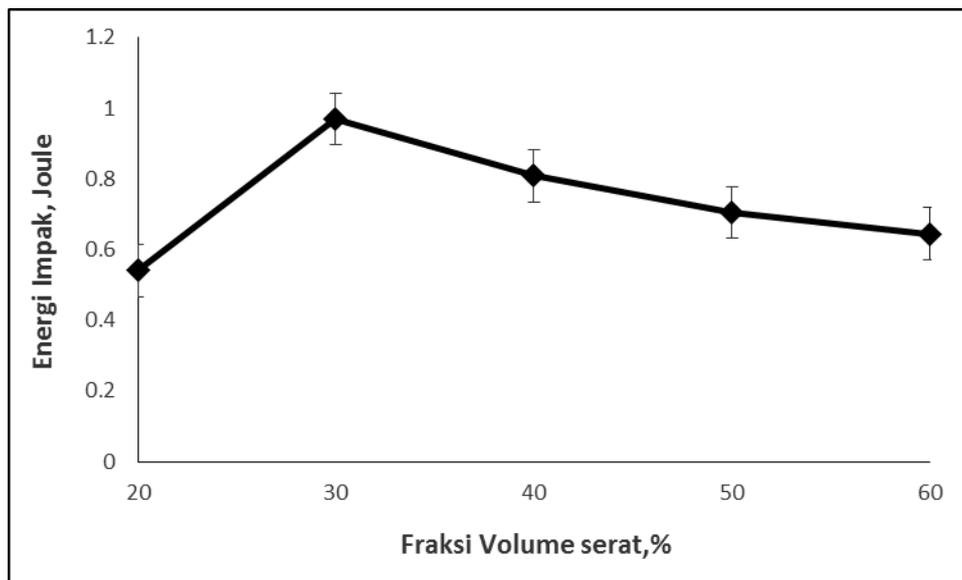
Pada gambar 1 diatas, terlihat *trend* grafik semakin lama waktu perendaman serat ijuk ke dalam larutan NaOH 5% maka energi impact cenderung meningkat. Peningkatan energi impact ini hanya terbatas pada lama waktu perendaman NaOH 2 jam. Namun, pada perendaman NaoH dengan waktu yang lebih lama energi impact komposit mengalami penurunan. Penurunan ini disebabkan karena dengan waktu perendaman yang lebih lama ternyata menyebabkan degradasi kekuatan serat. Hal ini justru terbalik dengan tujuan awal dilakukannya perendaman serat ke dalam NaOH. Tujuan awal dilakukan perendaman serat ke dalam larutan NaOH adalah untuk membersihkan permukaan serat agar terlepas dari kotoran yang mengganggu perlekatan antara permukaan bagian serat dengan matriks [8].

Berdasarkan gambar 2 diatas, *trend* grafik energi impact meningkat seiring peningkatan fraksi volume serat. Namun, peningkatan energi impact tersebut hanya sampai pada kandungan serat 20%, kemudian penambahan kandungan serat menyebabkan pelemahan ikatan antara serat-matrik yang terlihat dari penurunan energi impact komposit *polyester*.



Gambar 1. Kurva hubungan antara lama waktu perendaman NaOH dengan kekuatan impact

Dari tabel 2 diatas kemudian diolah dan disajikan dalam bentuk kurva hubungan antara fraksi volume serat (V_f) dengan kekuatan impact seperti ditunjukkan pada gambar 2.

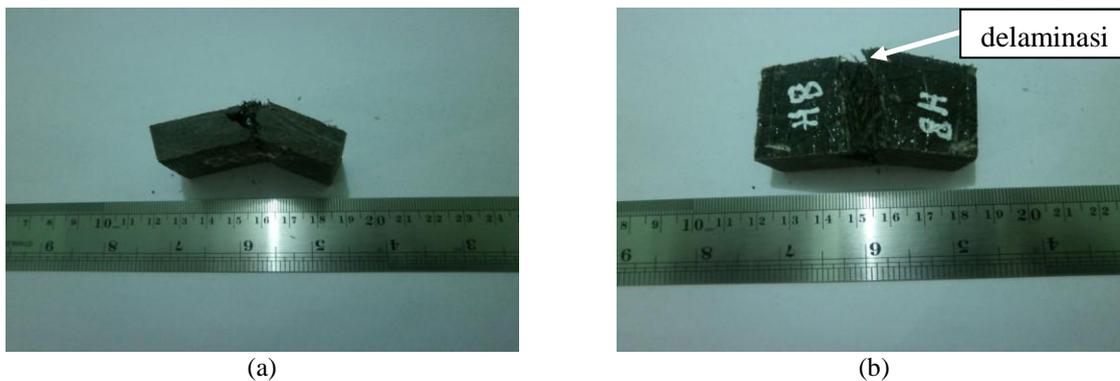


Gambar 2. Kurva hubungan antara fraksi volume serat dengan kekuatan impact

3.2. Foto penampang patah

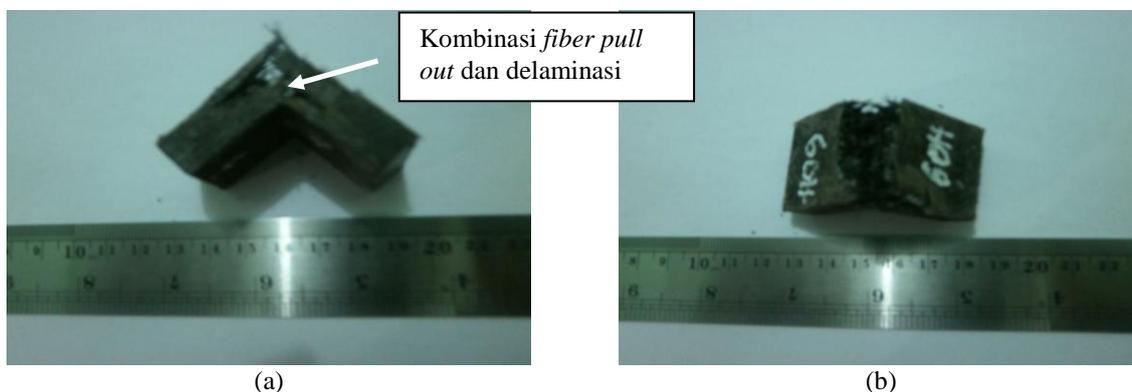


Gambar 3. Patahan sampel uji lama perendaman NaOH 2 jam (a). penampang patahan tampak dari depan (b). penampang patahan tampak dari atas

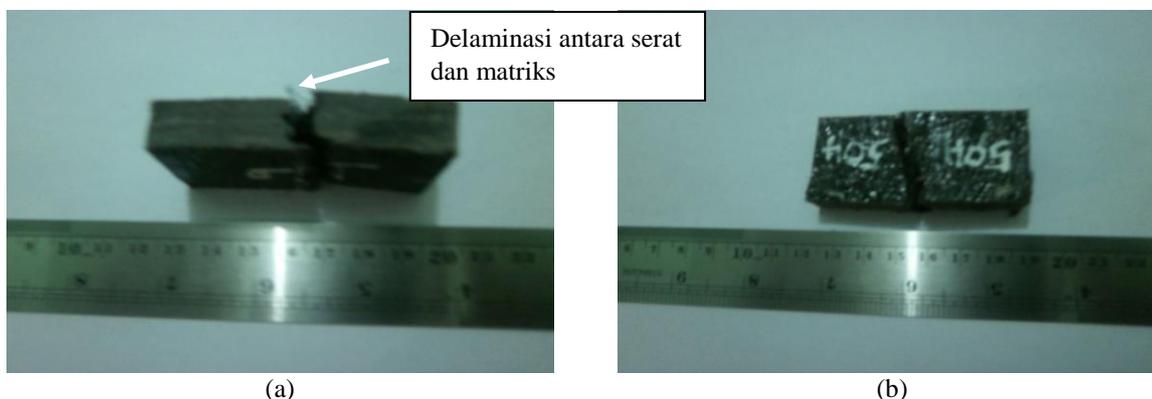


Gambar 4. Patahan sampel uji lama perendaman NaOH 0 jam (a). penampang patahan tampak dari depan (b). penampang patahan tampak dari atas

Pada sampel uji dengan lama perendaman NaOH selama 2 jam menunjukkan jenis kegagalan kombinasi antara delaminasi dan *fiber pull out*. Namun persentase kegagalan lebih banyak mekanisme *fiber pull out* daripada mekanisme kegagalan delaminasi. Kegagalan delaminasi lebih disebabkan karena lemahnya ikatan antara serat dan matriks. Sedangkan jenis kegagalan *fiber pull out* lebih disebabkan karena putusannya serat sebagai akibat serat tidak mampu menanggung beban yang diterima. Pada sampel uji dengan lama perendaman NaOH selama 2 jam beban impact yang diterima masih bisa ditanggung oleh sampel uji terbukti dengan tidak seluruh bagian sampel uji mengalami kegagalan atau patah.



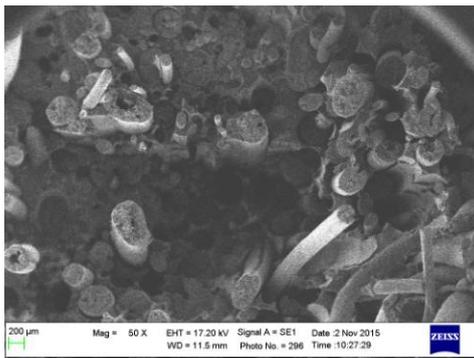
Gambar 5. Patahan sampel uji $V_f = 30\%$ pada uji impact (a). penampang patahan tampak dari depan (b). penampang patahan tampak dari atas



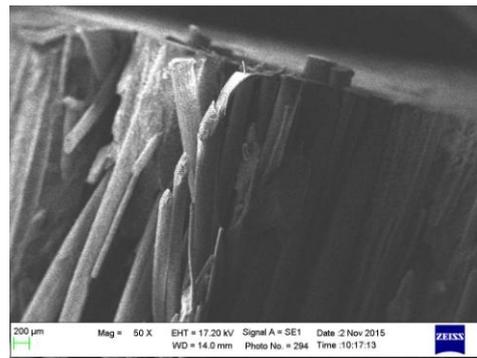
Gambar 6. Patahan sampel uji $V_f = 60\%$ pada uji impact (a). penampang patahan tampak dari depan (b). penampang patahan tampak dari atas

Pada sampel uji impact dengan kandungan penguat serat sebesar 30% terlihat adanya *cracking* (retak) sebagai akibat benturan pada pengujian impact. Pada uji impact, energi beban bentur akibat impact masih bisa diserap sampel uji sehingga menyebabkan tidak seluruhnya sampel uji patah. Jenis kegagalan yang terjadi adalah kombinasi antara *fiber pull out* dan delaminasi

3.3. Hasil Uji SEM

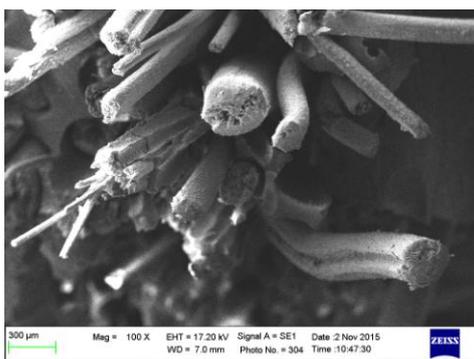


(a)

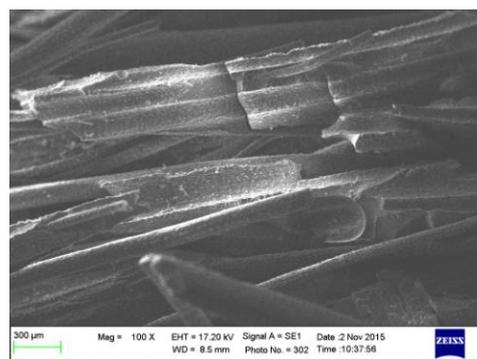


(a)

Gambar 7. a. SEM pada sampel uji impak dengan $V_f=30\%$ b. SEM pada sampel uji impak dengan $V_f=60\%$



(a)



(a)

Gambar 8. a. SEM pada sampel uji impak dengan lama perendaman NaOH selama 2 jam b. SEM pada sampel uji impak dengan lama perendaman NaOH selama 0 jam

Pada sampel uji impak dengan penguat serat yang direndam NaOH selama 2 jam menunjukkan jenis kegagalan berupa *fiber pull out* (serat tercabut dari matriks), sedangkan pada sampel uji impak dengan penguat serat tanpa perendaman NaOH menunjukkan jenis kegagalan berupa delaminasi. Hal ini mengindikasikan bahwa ketika sampel uji menerima beban impak, bagian yang paling lemah yakni serat mengalami kegagalan lebih dahulu. Penyebabnya adalah kekuatan serat lebih rendah daripada kekuatan ikatan serat-matriks sehingga serat yang mengalami patah lebih dahulu.

4. KESIMPULAN

Kekuatan impak tertinggi diperoleh pada serat ijuk yang direndam NaOH selama 2 jam yaitu 0,9073 joule sedangkan fraksi volume serat 30% mempunyai kekuatan impak tertinggi 0,9703 joule. Karakteristik patahan pada serat ijuk yang *ditreatment* NaOH selama 2 jam adalah banyak ditemukan *fiber pull out* (tercabutnya serat dari matriks) sedangkan serat ijuk tanpa perendaman ditemukan adanya kegagalan jenis delaminasi.

REFERENSI

- [1] <http://aceh.tribunnews.com/2012/02/07/usaha-pembuatan-kapal-nelayan-terbentur-bahan-baku> diakses tanggal 9 Februari 2013
- [2] Ku H, Wang H, Pattarahaiyakoop N, Trada M, 2011, “Review of Tensile Properties of Natural Fiber Reinforced Polymer Composites”, Composite: Part B; 42(4): 856-73
- [3] Marsyahyo E., Suryanto H. dan Santhiarsa I.G.N, 2013, “Review on Engineering Green-Materials and Applications from Tropical Plants Sources for Sustainable Future in Indonesia”, Malang, Presented for the 4 th International Conference GT-2013, UIN Maliki Malang
- [4] Govardhan G dan Rao R.N., 2011, “Effect of Fiber Content and Alkali Treatment on Mechanical Properties of *Roystonea Regia* Reinforced Epoxy Partially Biodegradable Composite”, Bull Mater Sci; 347(7): 1575-81
- [5] Justus Kimia Raya, PT., 2001, “Technical Data Sheet”, Jakarta
- [6] Irfai M.A., Wulandari D., Sutriyono dan Marsyahyo E., 2015, “Pengaruh Fraksi Volume Serat Ijuk Terhadap Kekuatan Bending Komposit Poliester Berpenguat Serat Ijuk”, Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Unesa, ISBN 978-602-0951-08-9, pp. 237-245

- [7] Irfai M.A., Wulandari D., Sutriyono dan Marsyahyo E., 2016, "*Effect of Alkali Treatment on Bending Strength of The Polyester Composite Reinforced By Sugar Palm Fiber*", Presented for International Conference on Engineering, Science and Nanotechnology 2016, UNS Solo
- [8] Shanmugam D. dan Thiruchitrambalam M., 2013, "*Static and Dynamic Mechanical Properties of Alkali Treated Unidirectional Continous Palmyra Palm Leaf Stalk Fiber/Jute Fiber Reinforced Hybrid Polyester Composites*", Journal of Materials and Design, pp. 533-542

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi (**DRPM KemristekDikti**) yang telah mensupport dana penelitian melalui skema Hibah Kerjasama Perguruan Tinggi Tahun 2016 dengan nomor kontrak: 0002.51/UN38.11-P/LT/2016.