

**UTILIZATION OF SAGU TREE FOR FIBER WASTE
MAKING BIO COMPOSITE
(PEMANFAATAN LIMBAH SERAT POHON SAGU UNTUK
PEMBUATAN BIO KOMPOSIT)**

Agus Syahputra^{1*}, Dody yulianto¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau
Jl. Kaharuddin Nasution No. 133 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

*Corresponding author : putraa@student.uir.ac.id

ABSTRACT

Bio composite is a combination of a material consisting of more than two ingredients, and combined to form a material that has different properties from the original material. With the abundance of sago fiber in Meranti Regency, this can certainly be utilized especially in the sago peel that is often thrown away and causes waste. So that this skin can be used for making composites, by combining sago tree fiber with polyester resin. To find out the mechanical properties, composite testing of bending strength and impact toughness is needed. With a volume variation of 80% resin + 20% fiber, 70% resin + 30% fiber and 60% resin + 40% fiber. With the hope to get the right composition, and increase the use of sago tree waste, to become a new material. This stage begins with the selection of fibers, and mixing of polyester resins. Specimen preparation and testing procedures refer to ASTM D790 for Bending and ASTM D6110 for Impact. The results of the impact and bending tests show the strength of the largest bending test is 22.39 N/mm², for a volume fraction of 60% resin + 40% fiber. While the lowest strength for bending test is 8.85 N/mm², for volume fractions of 80% + 20%. And the greatest impact toughness is 47,173J for 60% resin + 40% fiber volume fraction, while the lowest impact strength is 37,674 J, for 80% resin + 20% fiber volume fraction. It can be concluded that if the specimen is large in fiber fraction, it will have better strength and toughness of the specimen.

Keywords: Composite, Fiber, material, Bending strength, polyester

ABSTRAK

Bio komposit adalah gabungan suatu bahan yang terdiri lebih dari dua bahan, dan digabungkan membentuk suatu bahan yang mempunyai sifat berbeda dengan bahan aslinya. Dengan melimpahnya serat sagu di Kabupaten Meranti, hal ini tentu dapat dimanfaatkan terutama di bagian kulit sagu yang sering dibuang dan menyebabkan limbah. Sehingga kulit ini dapat dipakai untuk pembuatan komposit, dengan menggabungkan serat kulit pohon sagu dengan resin polyester. Untuk mengetahui sifat mekanik maka diperlukan pengujian komposit terhadap kekuatan bending dan ketangguhan impact. Dengan variasi volume 80% resin + 20% serat, 70% resin + 30% serat dan 60% resin + 40% serat. Dengan harapan untuk mendapatkan komposisi yang tepat, dan meningkatkan kegunaan dari limbah pohon sagu, untuk menjadi material yang baru. Tahapan ini dimulai dengan

pemilihan serat, dan pencampuran resin polyester. Pembuatan spesimen dan prosedur pengujian mengacu pada, ASTM D790 untuk Bending dan ASTM D6110 untuk Impact. Hasil dari pengujian impact dan bending menunjukkan kekuatan dari uji bending terbesar adalah 22,39 N/mm², untuk fraksi volume 60% resin + 40% serat. Sedangkan kekuatan terendah untuk uji bending adalah 8,85 N/mm², untuk fraksi volume 80% + 20%. Dan ketangguhan impact terbesar adalah 47,173 J untuk fraksi volume 60% resin + 40% serat, sedangkan kekuatan impact terendah adalah 37,674 J, untuk fraksi volume 80% resin + 20% serat. Dapat disimpulkan jika di spesimen fraksi seratnya besar, maka akan memiliki kekuatan dan ketangguhan spesimen yang lebih baik.

Kata kunci : Komposit, Serat, material, kekuatan Bending, polyester

PENDAHULUAN

Kepulauan Meranti adalah salah satu Kabupaten di Provinsi Riau Indonesia, dengan ibu kotanya Selat Panjang. Asal mula berdiri Kabupaten Kepulauan Meranti merupakan pemekaran dari Kabupaten Bengkalis pada 19 Desember 2008, dasar hukum berdirinya Kabupaten Kepulauan Meranti adalah Undang-undang nomor 12 tahun 2009. Secara administratif kabupaten kepulauan Meranti Terdiri dari 9 Kecamatan dan 98 desa / kelurahan, Meranti termasuk salah satu kawasan pengembangan ketahanan pangan nasional karena merupakan penghasil sagu terbesar di Indonesia, selain itu juga menghasilkan kelapa, karet, kopi, pinang dan perikanan, (Bintoro, 2008).

Luas area tanaman sagu di Kepulauan Meranti (83,691Ha/2015) yaitu 8,98% luas tanaman sagu Nasional (BPS Kabupaten Meranti, 2017). Perkebunan sagu di Meranti tepatnya di desa Penyagun, telah menjadi sumber penghasilan utama hampir 20% masyarakat Meranti. Pohon yang telah ditebang lalu diambil patinya akan dibuang sebagai limbah menurut literatur yang ada di daerah lain ada beberapa limbah

pohon sagu yang dapat dimanfaatkan contoh, pemanfaatan limbah sagu sebagai bahan bio etanol, (Arman, 2012). Dan juga, pemanfaatan limbah sagu sebagai pakan ternak (Syahril, 2015), tetapi di daerah ini masih kurang pengelola limbah serat pohon sagu. Hal ini di dasari dengan banyaknya keberadaan pabrik pengolahan sagu di Kepulauan Meranti sudah terlalu banyak, yang menyebabkan limbah. Karena tidak mampu mengelola limbah dengan baik dan benar, sehingga menyebabkan kerugian terhadap lingkungan, yang menyebabkan pencemaran air, pendangkalan air sungai, air membusuk dan biota laut tidak bisa bertahan hidup disana, hal itu dikarenakan zat asam berlebihan, yang dihasilkan dari pembuangan limbah, banyak masyarakat yang dirugikan dengan pembuangan limbah sagu dari kilang tersebut.

Namun demikian kondisi seperti ini lah yang dapat dimanfaatkan karena limbah ini dapat dijadikan material bio komposit, degan mengambil serat alam yang terdapat di pohon sagu dan diikat dengan penguat *resin polyester*, dimana bio komposit adalah suatu bahan yang terdiri atas lebih dari dua bahan yang

digabungkan yang membentuk suatu bahan yang mempunyai sifat berbeda dengan bahan aslinya. Hal ini yang dimanfaatkan terutama pada penelitian saya pemanfaatan limbah serat pohon sagu untuk pembuatan komposit, yang diharapkan nantinya menjadi penelitian yang bermanfaat, dan mengurangi limbah pada lingkungan dengan menjadikan serat pohon sagu sebagai penguat pada bio komposit, seperti penelitian yang pernah dilakukan namun berbeda serat dan berbeda pengujian, pengaruh pembebanan tekan terhadap kekuatan material bio komposit diperkuat serat ampas tebu, (Zainal, 2018).

Hasil penelitian ini diharapkan kedepannya dapat menambah alternatif penggunaan bahan material baru, berupa serat pohon sagu yang dimanfaatkan, dan dapat menyediakan satu bahan baru. Pemanfaatan ini juga diharapkan menambah nilai dan nilai guna bahan, sehingga dapat meningkatkan nilai kegunaan dari penelitian ini, dan sedikit banyaknya diharapkan dapat mengatasi dampak buruk limbah terhadap lingkungan sekitarnya.

Tabel, 1.1 Komposisi Kimia Sagu

Jenis	Jumlah %
kadar air	78,34%
Lemak	0,20%
Protein	1,31%
Karbohidrat	6,67%
Serat kasar	13,48%
Density serat sagu	0,65 gr/cm ³

(Sumber: Harsanto, 1986)

Tinjauan Pustaka

Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.)

Tanaman sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.), atau sering disebut juga palma rawa, termasuk dalam *famili palmae*, dan merupakan tanaman yang menyimpan pati pada batangnya. Pati sagu didapat dari tanaman yang sudah dewasa, Terdapat beberapa genus *Palmae* yang patinya telah dimanfaatkan, yaitu *Metroxylon*, *Corypha*, *Euqeissona*, dan *Caryota*. Genus yang banyak dikenal adalah *Metroxylon* dan *Arenga* karena kandungan patinya cukup tinggi.

Sagu merupakan tanaman hidrofilik, hapaxanthic (berbunga satu kali), dan soboliferous (mempunyai anakan), (Burkill 1935). Berdasarkan sumber yang dirangkum dari kajian penelitian Institut Pertanian Bogor, secara morfologi sagu memiliki batang yang berbentuk seperti silinder atau lebih bulat dan memanjang dengan diameter mencapai 50-60 centimeter, dan bahkan dapat mencapai 80-90 centimeter. Pada keadaan umumnya diameter bagian bawah sagu ini akan lebih besar ketimbang diameter batang sagu yang diatas.

Tumbuhan pohon sagu ini memiliki batang tertinggi, apabila pohon sagu ini telah sampai pada umur saat akan dipanen nantinya yaitu sekitar 6-8 tahun atau bahkan lebih, pada masa itu tumbuhan pohon sagu ini akan mencapai ketinggian 13-20 m. dengan bobot berat sagu mencapai 1 ton, (Pangloli 1992). Batang pohon sagu ini, terdiri dari beberapa lapisan kulit yang ada di luar dan lapisan kulit yang ada di dalam, bagian yang luar disebut epidermal dan bagian dalam berupa empelur dan pati sagu yang

sering digunakan untuk bahan pangan.

Tanaman sagu memiliki akar serabut. Pada awal pertumbuhan tumbuh akar primer dan dalam pertumbuhan lanjutannya tumbuh dan berkembang akar-akar sekunder. Pada daunnya, sagu memiliki sistem daun menyirip yang tumbuh pada tangkai daun. Pada bagian tajuk terdapat sekitar 6-15 rangkaian daun (*ental*) dan pada setiap rangkaian terdapat pelepah daun, tangkai daun, dan kurang lebih 20 pasang helai daun dengan panjang antara 60-80 cm. Daun muda umumnya berwarna hijau muda, kemudian dengan bertambah waktu secara berangsur-angsur berubah menjadi hijau tua, selanjutnya berubah lagi menjadi coklat kemerah-merahan apabila daun telah tua. Tangkai daun yang telah tua tersebut akan terlepas dengan sendirinya dari batang, dan meninggalkan bekas pada kulit batang.



Gambar 1 Pohon Sagu
(Sumber : Bintoro, 2008)

Tumbuhan sagu mulai berbunga dan berbuah pada umur sekitar 10-15 tahun. Malai bunga menyerupai tanduk rusa yang terdiri atas cabang utama, sekunder, dan tersier. Pada cabang tersier terdapat sepasang bunga jantan dan bunga betina. Jumlah struktur bunga sekitar 15-25 cabang utama dengan panjang 2-3 meter, cabang sekunder terdapat 15-

22 cabang, dan cabang ketiga terdapat 7-10 cabang (Jong 2005). Buah sagu berbentuk bulat menyerupai 15 buah salak dan mengandung biji yang fertil.

Resin

Resin adalah eksudat (getah) yang dikeluarkan oleh banyak jenis tetumbuhan, terutama oleh jenis-jenis pohon runjung (*konifer*). Getah ini biasanya membeku, lambat atau segera, dan membentuk massa yang keras dan, sedikit banyak, transparan. Resin dipakai orang terutama sebagai bahan pernis, perekat, pelapis makanan (agar mengilat), bahan campuran dupa dan parfum, serta sebagai sumber bahan mentah bagi bahan-bahan organik olahan.

Lebih luas, istilah "resin" juga mencakup banyak sekali zat sintesis sifat mekanik yang sama (cairan kental yang mengeras menjadi padatan transparan), serta shellacs serangga dari superfamili Coccoidea. Senyawa cairan lain yang ditemukan dalam tanaman atau memancarkan oleh tanaman, seperti getah, lateks, atau lendir, kadang-kadang rancu dengan resin, akan tetapi secara kimiawi tidak sama. Sap, khususnya, melayani fungsi nutrisi sedangkan resin tidak. Tidak ada konsensus tentang mengapa tanaman mengeluarkan resin. Namun, resin terutama terdiri dari metabolit sekunder atau senyawa yang tampaknya tidak memainkan peran dalam fisiologi utama dari tanaman. Sementara beberapa ilmuwan melihat resin hanya sebagai produk limbah, manfaat perlindungan mereka untuk menanam secara luas didokumentasikan. Senyawa resin beracun dapat menghancurkan berbagai herbivora, serangga, dan

patogen, sedangkan senyawa fenolik volatil dapat mengundang yang menguntungkan seperti parasitoid atau predator dari herbivora yang menyerang tanaman.

Kata "resin" telah diterapkan dalam dunia modern untuk hampir semua komponen dari cairan yang akan ditetapkan menjadi lacquer keras atau enamel-seperti barang jadi. Contohnya adalah cat kuku, sebuah produk modern yang berisi "resin" yang merupakan senyawa organik, tetapi resin tanaman tidak klasik. Tentunya "pengecoran resin" dan resin sintetis (seperti epoxy resin) juga telah diberi nama "resin" karena mereka memperkuat dengan cara yang sama seperti beberapa resin tanaman, tetapi resin sintetis monomer cair thermosetting plastik, dan tidak berasal dari tanaman.

Thermoplastic

Thermoplastic adalah *plastic*, yang biasanya di lunakan berulang-ulang kali, menggunakan sifat panas *thermoplastic*, merupakan polimer yang akan dapat menjadi keras apabila kita dinginkan, *Thermoplastic* akan bisa meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu, dan memiliki sifat dapat balik (*reversible*). kepada sifat pada asalnya, yaitu kembali mengeras bila kita dinginkan contoh dapat kita lihat dari *Thermoplastic* yaitu polimer, nylon 66, PP, PTFE, lalu pada Polieteter Sulfon, PES, dan *polieter eterketon* (PEEK)

Thermoset

Thermoset ini tidak dapat, mengikuti perubahan suhu (*irreversible*), bila sekali mengeras telah terjadi maka, bahan tidak lagi dapat dilunakan kembali pada asalnya, pemanasan

yang sangat tinggi, tidak akan melunakkan *thermoset* melainkan akan membentuk arang, dan terurai sebab sifatnya yang demikian sering sangat digunakan sebagai tutup katel, seperti jenis-jenis melamin, kemudian *plastic* jenis *thermoset* tidak begitu menarik terhadap proses daur ulang, karena selain itu sulit penanganannya, juga volume nya jauh lebih sedikit lebih kecil (sekitar 10%), dari volume jenis *plastic* yang bersifat *Thermoplastic*, contoh dari *thermoset* yaitu Epoksida, lalu Bismaleimida (BMI), dan kemudian poli-inida (PI).

METODOLOGI

Pada penelitian ini jumlah serat pohon sagu dan resin polyester yang akan digunakan divariasikan berdasarkan persen (% Berat) yaitu:

- VFs 20% dan VFr 80%
- VFs 30% dan VFr 70%
- VFs 40% dan VFr 60%

Keterangan

VFs= Volume Fraksi Serat

VFr= Volume Fraksi Resin

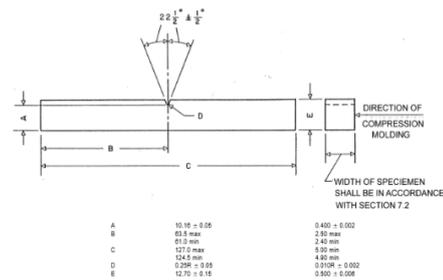
Kemudian serat pohon sagu disusun atau diacak secara (random) di dalam cetakan yang nantinya akan disesuaikan dengan berat (dalam gram) pada setiap persentase, persiapan sampel uji dimaksud adalah setelah resin polyester benar-benar mengering dan keras maka hasilnya akan berbentuk balok persegi Panjang, kemudian di potong dan dibentuk specimen masing-masing pengujian yang mengacu mengacu pada ASTM D790 untuk bending dan ASTM D6110 untuk impact.

Pengujian Bending

Berikut adalah langkah-Langkah dalam melakukan pengujian bending:

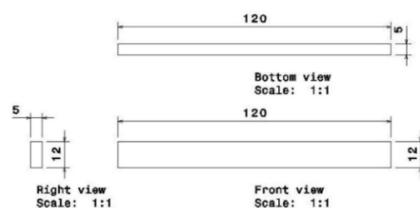
- a. Mempersiapkan peralatan yang akan digunakan.
 - b. Hidupkan mesin uji bending, dan pastikan mesin dalam keadaan yang aman.
 - c. Turunkan pencekam mesin bending, agar material dapat masuk kedalam pencekam sesuai yang telah ditentukan.
 - d. Lalu turunkan kembali pencekam perlahan, sampai ujung pencekam menyentuh material, agar material tidak terlepas pada saat proses pembendungan/penekanan.
 - e. Lalu pasang dial indicator, dan aturkan jarum menuju garis 0.
 - f. Pada mesin setting, jarum menuju angka 0, dan gunakan Spesifikasi beban sesuai yang telah ditentukan.
 - g. Kemudian mulailah putar handle pada mesin hingga jarumnya bergerak.
 - h. Setelah jarum mesin bergerak, dan dial pun bergerak, catat hasil dari uji bending tersebut.
 - i. Lakukan langkah tersebut kepada seluruh spesimen yang akan di uji.
- c. Meletakkan spesimen pada batang uji atau tumpuan dengan bantuan penjepit. Uji satu persatu Spesimen. A.20% Serat+80% Resin, spesimen B. 30% Serat+70% Resin, spesimen C. 40% Serat+60% Resin.
 - d. Melepaskan palu atau bandul, dengan cara menekan tombol dan menarik handel-nya.
 - e. Palu akan jatuh dan memukul spesimen secara otomatis.
 - f. Catat energi serap yang ditunjukkan oleh jarum pada alat uji Impact.
 - g. Hitung harga Impact. Keretakan akibat uji Impact ada tiga bentuk yaitu.

Dimensi Spesimen Uji Impak ASTM D 6110



Gambar:3.2 Dimensi specimen uji impact ASTM D 6110
(Sumber : ASTM International D 6110)

Dimensi Spesimen Uji Bending ASTM D 790



Gambar: 3.1 Spesimen uji Bending ASTM D790

(Sumber : ASTM International D790)

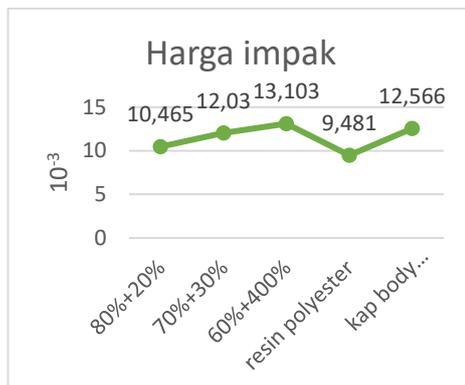
Langkah-langkah pengujian Impak:

- a. Mengukur dimensi dari skin yaitu tebal, lebar, dan panjangnya, kemudian memberikan no spesimen pada skin yang akan diuji.
- b. Mengangkat beban palu.

HASIL & PEMBAHASAN

Tabel 2 Data Impact

Fraksi Volum e	T (C ⁰)	a (mm)	b (mm)	A (mm ²)	α^0	E (joule)	H ₁ (joule/mm ²)	Jenis patahan
80% + 20%	0 ⁰	120	3	360	40 ₀	37,674	10,465x10 ⁻³	Getas
70% + 30%	0 ⁰	120	3	360	43 ₀	43,309	12,030x10 ⁻³	Getas
60% + 40%	0 ⁰	120	3	360	45 ₀	47,173	13,103x10 ⁻³	Getas
resin murni	0 ⁰	120	3	360	38 ₀	34,132	9,481x10 ⁻³	Getas
kap motor	0 ⁰	120	3	360	44 ₀	45,241	12,566x10 ⁻³	Plastis



Gambar 2 Grafik Uji Impact

Dari ketiga spesimen ini, pada saat pengujian uji impact kita mendapatkan hasil data yang berbeda beda, ada tiga spesimen yang diuji adalah (Resin% + Serat%) a.80%+20%, b.70%+30%, dan c.60%+40% dari ketiga spesimen ini dapat disimpulkan bahwa kekuatan

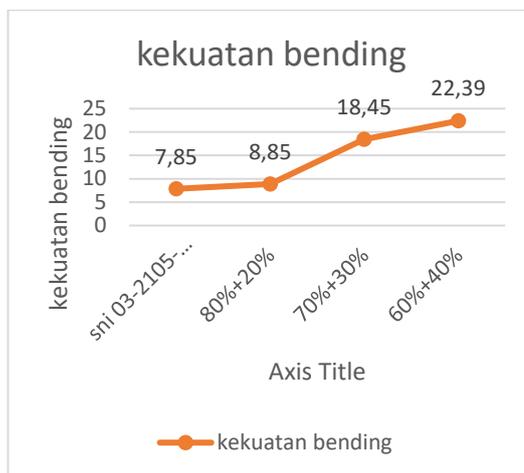
uji impact yang menyerap energi terbesar adalah spesimen a.60%+40%, yaitu dengan nilai 47,173 J. dengan nilai impact 13,103x10⁻³. Hal ini membuktikan bahwa fraksi volume serat yang lebih besar, maka spesimen akan kuat, dan apabila fraksi volume resin lebih besar, maka kekuatan spesimen akan berkurang, kemudian untuk spesimen c. 80%+20%, adalah spesimen yang mendapat titik terendah dengan menyerap energi 37,674 J. dengan kekuatan impact sebesar 10,465x10⁻³. Hal itu terjadi dikarenakan fraksi volume serat yang lebih sedikit, tidak sebanding dengan resin, sehingga tidak dapat mengikat resin dengan lebih baik, dan menyebabkan berkurangnya kekuatan impact itu sendiri.

Pengujian Bending

Tabel 3 Data Bending

Specimen	Area (mm ²)	Max.force (N)	0.2% Y.S. (N/mm ²)	yield Strength (N/mm ²)	Bending Strength (N/mm ²)	Elongation (%)
80% + 20%	156,89	67,1	0,18	0,18	8,85	2,13

70%	170,76	156,2	0,86	0,91	18,45	2,13
+30%	5					
60%	155,82	167,2	0,94	0,98	22,39	2,13
+40%	5					



Gambar 3 Grafik Kekutan Uji Bending

Dari ketiga spesimen ini (Resin% + Serat%) a.80%+20%, b.70%+30%, dan c.60%+40% setelah pengujian bending mendapatkan nilai yang berbeda beda, dan juga mendapatkan kekuatan bending yang juga berbeda, berdasarkan fraksi volume terhadap spesimen, tentu fraksi volume akan berpengaruh terhadap nilai dan kekuatan bending, dari tabel diatas tentu kita dapat menganalisa bahwa nilai spesimen a, berbeda dengan spesimen b,dan c. tentu itu dihasilkan karena perbedaan kekutan matriks yang berbeda-beda, jika kekuatan matriks itu pas terhadap fraksi volume maka akan mendapatkan nilai kekutan bending yang baik, contoh pada fraksi volume spesimen c,60%+40% mendapatkan kekuatan bending 22,39 N/mm², itu dikarenakan fraksi volume specimen c.60%+40%, lebih baik terhadap Spesimen a. 80%+20%, dan b.70%+30%.

KESIMPULAN

Adapun setelah melakukan pengujian terhadap spesimen, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposit fraksi volume 60%Resin + 40%Serat adalah fraksi volume terbaik, diantara 80%Resin + 20%Serat dan 70%Resin + 30%Serat. Dikarenakan fraksi serat yang lebih besar dari spesimen lainnya.
2. Pada pengujian bending ini nilai tertinggi kekutan bending, adalah 22,39(N/mm²), untuk spesimen 60%Resin + 40%Serat. Dan nilai terendah kekuatan bending adalah 8,85(N/mm²), untuk spesimen 80%Resin + 20%Serat.
3. Pada pengujian bending spesimen a. 60%+40% lebih baik dari spesimen lainnya. Dan dibandingkan dengan papan komposit telah mampu melewati kekuatan bending papan komposit dengan nilai 22,39(N/mm²), dimana standar kekuatan bending papan komposit adalah 7,85(N/mm²).
4. Pada pengujian kekuatan *impact* material komposit dengan nilai tertinggi adalah 47,173 J. Untuk fraksi volume 60%Resin + 40%Serat, sedangkan untuk nilai terendah adalah 37,674 J.

- Untuk fraksi volume 80% Resin +20% Serat.
5. Dapat di aplikasikan untuk pembuatan kap body motor merk honda dengan kekuatan $12,566 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$. Dan juga specimen ini dapat digunakan dalam pembuatan material lainnya seperti kursi komposit. Dan juga tong sampah komposit dengan kekuatan impact yang hampir sama dengan kap body motor yaitu $11,500 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$ - $12,566 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$. Tentunya specimen 40% Serat+60% Resin mampu menyamai bahkan melebihi kap body motor merk honda dengan nilai $13,103 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$.
 6. Menghasilkan sebuah spesimen baru untuk komposit, sehingga sedikit banyak nya dapat mengurangi limbah serat pohon sago dan meningkatkan kegunaan limbah menjadi material yang berguna.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeni, D.S.A., S. A Azis, K.Bujang, dan M.A. Hassan, 2010. Bioconversion Of sago Residue Into Value Added Products African Journal of Biotechnology V ol.9 (14), pp 2016-2021.
- Amos, 2010. Dampak Limbah Pengolahan Sagu Skala Kecil Terhadap Mutu Air Anak Sungai Di Kelurahan Cibuluh Bogor. Jurnal Industri Hasil Perkebunan: Vol 5 No.1289 juli, 2010. Diakses 4 September 2012.
- Anonim, 2010, Karakteristik Resin yang Terdapat di Dalam Resin.
- Anonim, 2011, Karakteristik Resin Polyester.
- ASTM International. ASTM D 6110, Standart Test Method for Determining The Charpy Impact Resistance of Notched Spesimens of Plastics.
- ASTM International. ASTM D 790, Standart Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials.
- Asyari D. yunus, 2009 Diktat Kuliah-Klasifikasi Sifat-Sifat Material Komposit dan Pencetakan Komposit, Persada Jakarta 2009.
- Bintoro HMH, N Mashud, H Novarianto. 2007. Status Teknologi Sagu (*metroxlyon spp*). Proseding Lokarya Pengembangan Sagu di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor 76-94 hal.
- Composit Material Handbook, 1999. Metal Matrix Composites, Volume 4. Departement Of Deense Handbook.
- Flach, M.1997. sago Palm Metroxylon Sagu Rottb. international Plant Genetic Resource Istitute. Jerman.
- Gibson, 1994, Principle of Composite Material Mechanics New York: Mc Graw Hill, Inc.
- Haadi, BK 2001, Mekanika struktur Komposit, departemen Pendidikan Nasional, Bandung.
- Harsanto, PB 1986. Budidaya dan Pengolahan sagu. Penerbit Kanisius. Jakarta.

- Haryanto, 1992 Potensi dan pemanfaatan sagu, Penerbit Kanisius, Jakarta 140 hal.
- Joeriki, 2011 “Perlakuan Serat komposit“dari <http://joeriki.blogspot.com>.
- Jong, F S dan A widjono. 2007 Sagu: potensi Besar Pertanian Indonesia Jurnal Iptek Tanaman Pangan V ol 2 No 1 -2007.
- Kartini Ratni .2002 Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alami, Institute Pertanian Bogor, Bogor
- Michael H,W .,1998 Stress and Analysis Of fiber Rein Forced Composite Material Mc Graw hill International edition .
- Mulyanto, B dan Suwardi ,2000 Distribution And Characteristics of Land, The Sago Palm (Metroxylon Spp) Habitat Indonesia Hlm 38-44, Proceeding Of International Sago Seminar, Bogor Agricultural University, Bogor
- Schwardz M, M 1984 Composite Material Handbook, Mc Graw Hill Singapore.
- Surdia, T dan Saito, S. (1995), Pengetahuan Bahan Teknik, Cet 3. Jakarta, Pradnya Paramita.