

# PENGARUH KEKUATAN BENDING DAN TARIK BAHAN KOMPOSIT BERPENGUAT SEKAM PADI DENGAN Matrik UREA FORMALDEHIDE

Harini<sup>1)</sup> dan Sri Endah Susilowati<sup>2)</sup>

<sup>1)2)</sup> Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

Email: <sup>1)</sup> harini\_raharjo@yahoo.com, <sup>2)</sup> sriendah.susilowati@yahoo.com

**ABSTRAK:** Sekam padi mempunyai beberapa keunggulan seperti kemampuan menahan kelembaban, tidak mudah terbakar, tidak mudah berjamur, tidak berbau dan lain-lain. Pemanfaatan limbah sekam padi masih berpeluang besar untuk digunakan sebagai bahan rekayasa. Dengan menambahkan perekat yang murah, sekam padi ini berpotensi untuk direkayasa menjadi produk *core* fleksibel untuk pembuatan panel komposit *sandwich*. Tujuan penelitian ini adalah: (1) Mengetahui pengaruh kekuatan *bending* pada variasi fraksi volume sekam padi dari komposit berpenguat sekam padi dan bermatrik *urea formaldehyde* dengan proses *hot press* pada suhu 60°C selama 24 jam, (2) Mengetahui pengaruh kekuatan tarik pada variasi fraksi volume sekam padi dari komposit berpenguat sekam padi dan bermatrik *urea formaldehyde* dengan proses *hot press* pada suhu 60°C selama 24 jam dan mengetahui hasil struktur pada pengujian *bending* dan pengujian tarik dengan Foto Makro. Metode penelitian dilakukan dengan pengujian *bending* dan tarik dengan perbandingan volume sekam padi  $V_f = 40\%$ , 50%, 60%, 70%, dan *urea formaldehyde*  $V_m = 60\%$ , 50%, 40%, 30%. Hasil pengujian diperoleh (1) pada uji *bending* paling optimal yaitu specimen tebal 5mm dengan  $V_f = 40\%$  sebesar 2,73 MPa, (2) dan uji *Impact* paling optimal adalah specimen dengan ketebalan 5 mm dan  $V_f = 40\%$  yaitu sebesar 0,34MPa.

Kata Kunci : sekam padi, *urea formaldehyde*, *bending*, *impact*

**ABSTRACT:** Rice husk has several advantages such as the ability to withstand humidity, non-flammable, it is not easy to mold, odorless and others. Utilization of waste rice husk is still a big chance to be used as an engineering material. By adding an inexpensive adhesive, rice husk has the potential to be engineered into flexible core product for the manufacture of composite sandwich panels. The purpose of the research conducted are: (1) Determine the influence of bending strength on the variation of the volume fraction of rice husk of Composite rice and bermatrik *urea formaldehyde* with the hot press at 60 ° C for 24 hours, (2) Determine the influence of tensile strength on variations the volume fraction of the rice husk and rice husk composite bermatrik *urea formaldehyde* with the hot press at 60 ° C for 24 hours and know the results of the test structures on the bending and tensile testing with macro photos. The research method is done by testing bending and tensile with a volume ratio of rice husk  $V_f = 40\%$ , 50%, 60%, 70%, and *urea formaldehyde*  $V_m = 60\%$ , 50%, 40%, 30%, test results obtained (1) the most optimal bending test is 5mm thick specimen with  $V_f = 40\%$  of 2.73 MPa, (2) and most optimal *Impact* test specimen thickness is 5 mm, and  $V_f = 40\%$  in the amount 0,34MPa.

Keywords: rice husks, *urea formaldehyde*, *bending*, *impact*

## PENDAHULUAN

Latar belakang penelitian ini bahwa sampai dengan saat ini, sebagian besar rakyat Indonesia masih berpenghasilan dari hasil pertanian. Khususnya hasil pertanian padi merupakan penghasilan utama sekaligus sebagai makanan pokok rakyat. Produksi padi yang besar juga akan diiringi dengan limbah sekam yang melimpah. Selama ini limbah sekam padi tersebut belum digunakan secara maksimal, biasanya digunakan untuk pembakaran batu bata atau bahan bakar lain yang secara ekonomi kurang menghasilkan produk yang lebih berharga. Melihat potensi serta keunggulan limbah sekam padi yang begitu besar, maka diupayakan untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah sekam padi ini sebagai bahan dasar panel komposit.

Sekam padi adalah bagian terluar dari butir padi, yang merupakan hasil sampingan saat proses penggilingan padi dilakukan. Sekitar 20 % dari bobot padi adalah sekam padi. Sekam padi mempunyai beberapa keunggulan seperti kemampuan menahan kelembaban, tidak mudah terbakar, tidak mudah berjamur,

tidak berbau dan lain-lain. Pada penggilingan padi besar sekam belum dimanfaatkan dan pengusaha penggilingan mengalami kesulitan dalam pemusnahannya. Pemanfaatan limbah sekam masih berpeluang besar untuk digunakan sebagai bahan rekayasa. Dengan menambahkan perekat yang murah, sekam padi ini berpotensi untuk direkayasa menjadi produk *core* fleksibel untuk pembuatan panel komposit *sandwich*.

Bahan *urea formaldehyde (UF)* merupakan jenis resin yang tepat sebagai perekat pembuatan *core* limbah sekam padi karena harganya sangat murah. Bahan ini mudah diperoleh karena telah diproduksi dan banyak di pasaran. Bahan UF ini sangat cocok untuk digunakan sebagai perekat produk *core* karena komponen *core* di dalam struktur panel komposit *sandwich* terkena pembebanan yang rendah. Oleh karena itu, untuk menekan biaya produk panel *sandwich* perlu dilakukan pemilihan bahan yang murah pada komponen yang terkena tegangan kecil, seperti bagian *core* yang berada di bagian tengah panel.

Menurut Sony (2005:43), meneliti kekuatan bending dan tarik komposit berpenguat serbuk tempurung kelapa dan abu sekam padi yang dikombinasikan dengan epoxy menghasilkan data sebagai berikut, untuk komposit serbuk tempurung kelapa mempunyai kekuatan tarik 21.055 MPa, dan kekuatan bending 31.716 MPa. Sedangkan komposit serbuk abu sekam padi mempunyai kekuatan tarik 18.836 MPa, dan kekuatan bending 31.716 MPa.

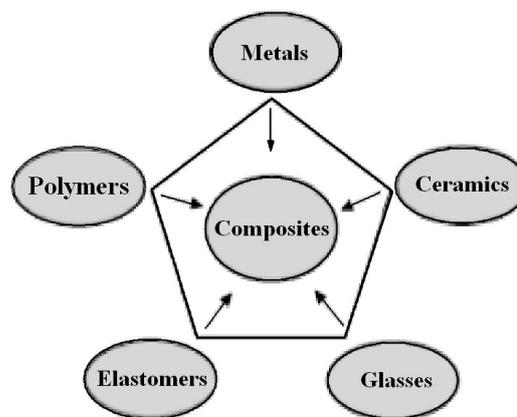
Roseno (2003: 35) menggunakan analisa struktur mikro serat, kandungan selulosa/lignin, serta orientasi serat alam untuk membuat suatu model mekanis serat alam. Perhitungan dengan pendekatan mikro-meknika telah dilakukan dengan memperhitungkan dinding sel serat alam sebagai komposit berpenguat serat diskontinyu, dan mengasumsikan ikatan antar serat dan matriknya dalam ikatan sempurna. Modulus Young serat alam diprediksi dengan menggunakan persamaan Tsai-Halpin dan penerapan kaidah rule of mixtures dengan sedikit modifikasi dalam formulanya yang memperhitungkan faktor porisitas. Teknik analisa kekuatan serat ini kemudian dapat digunakan untuk menghitung karakteristik mekanik (kekuatan dan kekakuan) komposit berpenguat serat. Faktor efisiensi digunakan pada perhitungan kekuatan komposit berpenguat serat pendek/diskontinyu.

Diharjo (2003:42) melakukan riset mengenai komposit serat gelas (glass Fibre) 3 layer dalam bentuk chopped strand mat dengan berat jenis 300 gram/m, dimana dari pengujian tarik, uji bending, dan uji impak diperoleh kekuatan tarik sebesar 67,118 Mpa, kekuatan bending 172,2 MPa dan kekuatan impak 0,045 J/mm.

Komposit adalah suatu bahan yang merupakan gabungan atau campuran dari dua material atau lebih pada skala makroskopis untuk membentuk material ketiga yang lebih bermanfaat. Komposit dan *alloy* memiliki perbedaan dari cara penggabungannya yaitu apabila komposit digabung secara makroskopis sehingga masih kelihatan serat maupun matriknya (komposit serat) sedangkan pada *alloy* / paduan digabung secara mikroskopis sehingga tidak kelihatan lagi unsur-unsur pendukungnya ( Jones, 1975).

Pada dasarnya material komposit merupakan bahan yang homogen yang dibuat dengan cara penggabungan fisis antara dua atau lebih jenis material untuk memperoleh karakteristik dan sifat tertentu yang diinginkan. Penggabungan material ini dimaksudkan untuk menemukan atau mendapatkan material baru yang mempunyai sifat antara

(*intermediate*) material penyusunnya. Berbagai kemungkinan material komposit yang dibuat dengan menggabungkan berbagai jenis material penyusunnya ditunjukkan pada Gambar 1. (Lukkassen, dkk., 2003).



**Gambar 1.** Konsep Material Komposit (Lukkassen dkk, 2003)

Sifat material hasil penggabungan makro ini diharapkan saling memperbaiki kelemahan dan kekurangan bahan-bahan penyusunnya. Adapun beberapa sifat-sifat yang dapat diperbaiki antara lain: kekuatan, kekakuan, ketahanan korosi, ketahanan aus, berat, *attractive*, ketahanan leleh, pengaruh terhadap temperatur, isolasi panas, penghantar panas, isolasi akustik (Jones, 1999).

Dalam hal ini gabungan bahan ada dua macam (Jones, 1999):

1. Gabungan makro
  - 1) Bisa dibedakan dengan cara melihat (dengan mata)
  - 2) Penggabungan lebih secara fisis dan mekanis
  - 3) Bisa dipisahkan lagi secara fisis dan mekanis
2. Gabungan mikro
  - 1) Tidak bisa dibedakan dengan cara melihat (dengan mata)
  - 2) Penggabungan ini lebih secara khemis
  - 3) Sulit dipisahkan, tetapi dapat dilakukan secara khemis

Dari uraian di atas maka penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data tentang kemampuan fisis dan mekanis berupa kekuatan bending dan kekuatan tarik dari sekam padi menggunakan matrik *urea formaldehide* dengan proses *hot press* serta dibuat dengan metode *hand lay up*. Sehingga dari penelitian ini diharapkan sekam padi dapat bermanfaat dalam bidang industri manufaktur saat ini.

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan ini adalah: (1) Mengetahui pengaruh kekuatan bending

pada variasi fraksi volume sekam padi dari komposit berpenguat sekam padi dan bermatrik *urea formaldehide* dengan proses *hot press* pada suhu 60°C selama 24 jam, (2) Mengetahui pengaruh kekuatan tarik pada variasi fraksi volume sekam padi dari komposit berpenguat sekam padi dan bermatrik *urea formaldehide* dengan proses *hot press* pada suhu 60°C selama 24 jam dan Mengetahui hasil struktur pada pengujian bending dan pengujian tarik dengan Foto Makro. Metode penelitian dilakukan dengan pengujian bending dan tarik dengan perbandingan volume sekam padi  $V_f = 40\%$ , 50%, 60%, 70%, dan urea formaldehide  $V_m = 60\%$ , 50%, 40%, 30%, dengan variasi ketebalan 5 mm, 10 mm, 15 mm dan 20 mm.

### METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pembuatan sebuah komposit, matriks berfungsi sebagai pengikat bahan penguat, dan juga sebagai pelindung partikel dari kerusakan oleh faktor lingkungan. Beberapa bahan matriks dapat memberikan sifat-sifat yang diperlukan sebagai keliatan dan ketangguhan. Pada penelitian ini matrik yang digunakan adalah *polimer termoset* dengan jenis *Urea Formaldehide*.

Urea Formaldehide (UF) merupakan resin yang Penggunaannya pada industri kayu, resin UF dapat dilakukan dari proses hand lay up sampai dengan proses yang kompleks yaitu dengan proses mekanik, seperti vacuum bag, press mold, dan injection mold.

Pemberian bahan tambahan *hardener* jenis *HU-12* pada *resin UF* berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin (*curing*) pada suhu yang lebih tinggi. Penambahan katalis dalam jumlah banyak akan menimbulkan panas yang berlebihan pada saat proses *curing*. Hal ini dapat menurunkan kualitas atau merusak produk komposit. Oleh karena itu pemakaian *hardener* dibatasi maksimum 1 % dari volume resin.

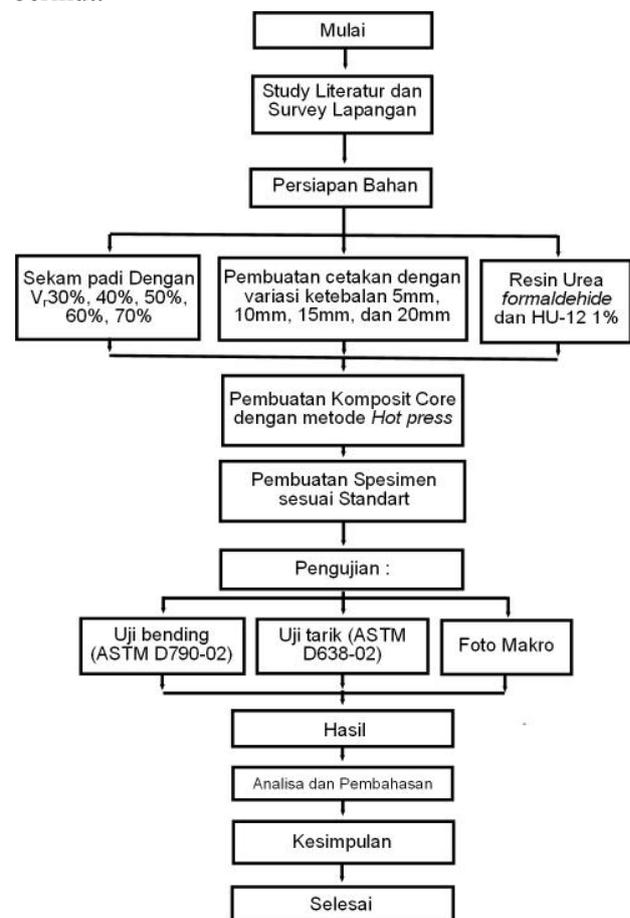
Matriks *Urea Formaldehide* banyak digunakan terutama untuk aplikasi konstruksi ringan, selain itu harganya yang relatif sangat murah. Keuntungan lain matriks *Urea Formaldehide* adalah mudah dikombinasikan dengan serat, tetapi memiliki kelemahan mudah rapuh terhadap air.

Bahan baku yang digunakan dalam membuat resin *urea-formaldehid* adalah *urea* dan *formaldehid* (formalin). Urea diproduksi secara besar-besaran melalui sintesis amoniak dan karbondioksida. Kedua reaktan ini dicampurkan pada tekanan tinggi

menghasilkan ammonium karbamat. Amonium karbamat selanjutnya dipekatkan pada evaporator vakum menghasilkan *urea. Formaldehid* atau metanal adalah anggota senyawa aldehida yang pertama. Pada kondisi ruangan, formaldehid murni berada dalam fasa gas. Karena itu formaldehid disimpan dalam bentuk larutan yang mengandung 37% hingga 50% berat HCHO. Formaldehid diproduksi secara besar-besaran melalui reaksi oksidasi gas alam (metana) atau hidrokarbon alifatik ringan.

Analisis kadar formaldehid bebas menggunakan sodium sulfat reaksi kimia yang mendasari analisis ini adalah reaksi antara formaldehid dengan natrium sulfat sehingga terbentuk garam natrium sulfonat dan natrium hidroksida. Karena reaksi ini bersifat searah dan berlangsung cepat, maka jumlah natrium hidroksida terbentuk ekuivalen dengan jumlah formaldehid sisa. Dengan demikian, penentuan jumlah formaldehid sisa dapat dilakukan melalui penentuan jumlah NaOH dengan cara titrasi asam basa (Smith dan Hashemi, 2006)

Alur Proses Penelitian digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Proses Penelitian

## Variabel Penelitian

### 1. Variabel Bebas

- 1) Sekam padi dengan Vf, 40%, 50%, 60%, 70%
- 2) Pembuatan cetakan dengan variasi ketebalan 5mm, 10mm, 15mm, dan 20mm
- 3) Resin Urea formaldehide

### 2. Variabel Terikat

- 1) Uji bending (ASTM D790-02)
- 2) Uji tarik (ASTM D638-02)
- 3) Foto Makro

## Rancangan Penelitian

### 1. Persiapan bahan

Mengumpulkan semua bahan-bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan komposit *core*. Diantaranya yaitu sekam padi dan *urea formaldehyde* beserta *Hardener*. Proses pembuatan komposit sekam padi dengan matrik *urea formaldehyde* adalah sebagai berikut:

- 1) Penyiapan sekam padi, untuk sekam padi dicuci dahulu, lalu dikeringkan sampai kadar air mencapai 10%.
- 2) Setelah sekam padi kering kemudian dilakukan proses pemisahan antara tangkai dan butir sekam padi.
- 3) Pembuatan cetakan

**Tabel 1.** Dimensi Benda Uji untuk Pengujian Bending

Tebal komposit	Ukuran Specimen
5 mm	100 x 80 x 5 mm
10 mm	100 x 80 x 10 mm
15 mm	100 x 80 x 15 mm
20 mm	100 x 80 x 20 mm

**Tabel 2.** Dimensi Benda Uji untuk Pengujian Tarik.

Tebal komposit	Ukuran Specimen
5 mm	165 x 100 x 5 mm
10 mm	165 x 100 x 10 mm
15 mm	165 x 100 x 15 mm
20 mm	165 x 100 x 20 mm

4) Pengolesan *wax mold release* atau kit motor pada cetakan untuk memudahkan pengambilan benda uji dari cetakan setelah mengalami proses pengeringan.

5) Resin urea *formaldehyde* dicampur dengan *hardener* untuk membantu proses pengeringan. *hardener* yang digunakan sebanyak 1% dari banyaknya resin urea *formaldehyde* yang digunakan.

6) Penuangan campuran antara sekam padi dan urea *formaldehyde* kedalam gelas ukur dan dicampur menjadi adonan, kemudian dituangkan kedalam

cetakan sambil dipukul-pukul dengan sendok biar lebih merata dan padat. Kemudian ditutup dengan kaca dan ditekan dengan dengan alat penekan.

7) Penutupan dengan menggunakan kaca yang bertujuan agar *void* yang kelihatan dapat diminimalkan jumlahnya yang kemudian dilakukan pengepresan dengan menggunakan alat pengepres.

8) Proses pencetakan ini menggunakan proses *hot press* pada suhu 60 °C selama 24 jam.

9) Proses pengambilan komposit dari cetakan yaitu menggunakan pisau ataupun *cutter*.

10) Benda uji komposit siap untuk dipotong menjadi spesimen benda uji.

### 2. Pembuatan Spesimen Benda Uji

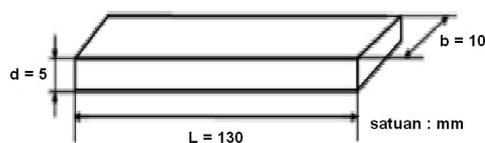
Setelah proses penyetakan selesai maka spesimen dipotong menurut ukuran standar tarik dan bending yang digunakan. Pada proses pembuatan spesimen uji. Spesimen yang akan diuji jumlahnya yaitu 3 spesimen tiap variasi volume dan tebal. Untuk uji tarik ukuran spesimennya yaitu lebar 19 mm, tebal 5, 10, 15, 20 mm dan panjang spesimennya sama 165 mm. Sedangkan ukuran spesimen bendingnya yaitu panjang 96 mm, lebar 12 mm dan tinggi variasi yaitu 5, 10, 15, 20 mm.

### 3. Pengujian Komposit

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini antara lain pengujian bending, pengujian tarik, foto makro.

#### 1) Pengujian bending.

Material komposit mempunyai sifat tekan yang lebih baik dibanding sifat tariknya. Kekuatan tarik di pengaruhi oleh ikatan molekul material penyusunnya. Pada pengujian bending ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan lentur dari material komposit. Pengujian dilakukan dengan jalan memberi beban lentur secara perlahan-lahan sampai spesimen mencapai titik leleh. Pada perlakuan uji bending bagian atas spesimen mengalami proses penekanan dan bagian bawah mengalami proses tarik sehingga akibatnya spesimen mengalami patah bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik. Spesimen uji bending dibuat sesuai standar ASTM D790 – 02.



**Gambar 3.** Dimensi Benda Uji Bending (Standar ASTM D 790-02)

2) Pengujian tarik.

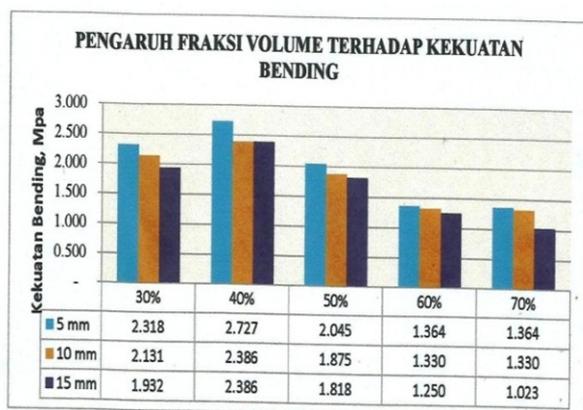
Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari bahan komposit. Pengujian dilakukan dengan mesin uji “*Universal Testing Machine*” buatan jepang. Hasil pengujian dengan mesin ini lebih akurat karena melalui grafik tegangan-regangan: Spesimen pengujian tarik di bentuk menurut standar ASTM D 638-02 yang ditunjukkan pada gambar di bawah berikut:

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengujian Bending**

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Kekuatan Bending

Tebal Specimen	Fraksi Volume	Kekuatan Bending, Mpa
5 mm	30 %	2.3182
	40 %	2.7273
	50 %	2.0455
	60 %	1.3636
	70 %	1.3636
10mm	30 %	2.1307
	40 %	2.3864
	50 %	1.8750
	60 %	1.3295
15mm	70 %	1.3295
	30 %	1.9318
	40 %	2.3864
	50 %	1.812
	60 %	1.2500
	70 %	1.0227

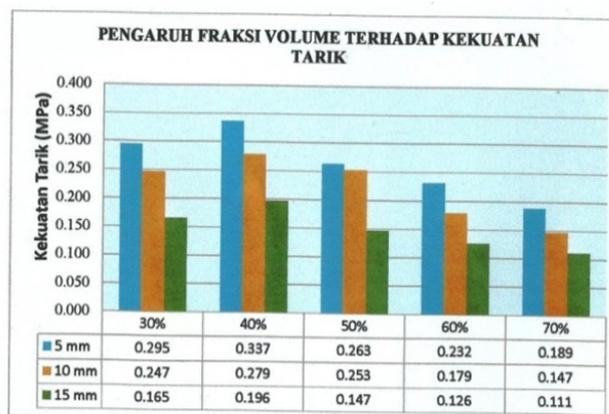


**Gambar 4.** Pengaruh Fraksi Volume terhadap Kekuatan Bending

**Pengujian Tarik**

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

Tebal Specimen	Fraksi Volume	Kekuatan Tarik, Mpa
5 mm	30 %	0.2947
	40 %	0.3368
	50 %	0.2632
	60 %	0.2316
	70 %	0.1895
10mm	30 %	0.2474
	40 %	0.2789
	50 %	0.2526
	60 %	0.1789
	70 %	0.1474
15mm	30 %	0.1649
	40 %	0.1965
	50 %	0.1474
	60 %	0.1259
	70 %	0.1111



**Gambar 5.** Pengaruh Fraksi Volume terhadap Kuat Tarik

Untuk pengujian kuat tarik diperoleh nilai optimal pada sampel dengan fraksi volume 40% dan ketebalan 5mm sebesar 0,34 MPa sedang nilai terendah adalah sampel dengan fraksi volume 70% dan ketebalan 15mm yaitu sebesar 0,11 MPa.



**Gambar 6.** Specimen Benda Uji



**Gambar 7.** Foto Patahan Makro

## PENUTUP

### Kesimpulan

Kekuatan bending rata-rata tertinggi diperoleh pada komposit dengan fraksi volume sekam padi 40% dengan tebal spesimen 5 mm sebesar sebesar 2,73 MPa dan nilai terendah adalah sampel dengan fraksi volume 70% dan ketebalan 15mm sebesar 1,02 MPa. Untuk pengujian kuat tarik diperoleh nilai optimal pada sampel dengan fraksi volume 40% dan ketebalan 5mm sebesar 0,34 MPa sedang nilai terendah adalah sampel dengan fraksi volume 70% dan ketebalan 15mm yaitu sebesar 0,11 MPa

### Saran-Saran

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan merendam serat dengan NaOH. Penggunaan serat

alam sebagai bahan penguat dalam komposit masih memiliki kendala, yaitu ikatan yang dihasilkan antara serat dan matriks masih belum sempurna. Serat alam memiliki lapisan *lignin* (lapisan lilin) yang terdapat di seluruh permukaan serat. Lapisan *lignin* inilah yang mengakibatkan kurang baiknya ikatan antara serat dengan matriks. Karena itu perlu dilakukanlah penelitian dengan perlakuan untuk menghilangkan lapisan tersebut, diantaranya adalah perlakuan alkalisasi, dimana serat direndam dalam larutan NaOH.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D 638-02. *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*. An American National Standard. 2002
- ASTM D 790-02. *Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*. An American National Standard. 2002
- Diharjo, K., dan Triyono, T.. *Buku Pegangan Kuliah Material Teknik*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 2003
- Jones, M. R.. *Mechanics of Composite Material*. Mc Graww Hill Kogakusha. 1975
- Lukkasen, D. and Meidell, A.. *Advance Materials and Structures and their Fabrication Processes*, Third edition. Narvik University College, HiN. 2003
- Roseno, Seto. *Karakteristik dan model Mekanis Material komposit Berpenguat Serat Alam*. BPPT, Jakarta. 2003
- Smith, F. W., Hashemi, J.. *Foundation of Materials Science and Engineering*, Mc Graw Hill Companies. 2006
- Sony. *Meneliti Kekuatan Bending dan Tarik Komposit Berpenguat Serbuk Tempurung Kelapa dan Abu Sekam Padi Yang Dikombinasikan Dengan Epoxy*. Tugas Akhir, Teknik Mesin UMS, Surakarta. 2005