



**KEKUATAN DAN MODULUS BENDING BAHAN KOMPOSIT  
RAMAH LINGKUNGAN BERPENGUAT SERAT AMPAS TEBU  
DENGAN MATRIKS ASAM POLILAKTAT**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Noviana Wulantika  
NIM 091810201020**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2014**



**KEKUATAN DAN MODULUS BENDING BAHAN KOMPOSIT  
RAMAH LINGKUNGAN BERPENGUAT SERAT AMPAS TEBU  
DENGAN MATRIKS ASAM POLILAKTAT**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Noviana Wulantika  
NIM 091810201020**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2014**



**KEKUATAN DAN MODULUS BENDING BAHAN KOMPOSIT  
RAMAH LINGKUNGAN BERPENGUAT SERAT AMPAS TEBU  
DENGAN MATRIKS ASAM POLILAKTAT**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Jurusan Fisika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh :

**Noviana Wulantika  
NIM 091810201020**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2014**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Suamiku tercinta Abdul Rais yang telah memberikan doa serta dukungan untuk menyelesaikan studi S1-ku selama ini, dan juga untuk anakku tersayang Carissa yang memberikan bunda ketabahan dalam setiap tantangan dan cobaan dalam hidup;
2. Ayahanda Ahmad Suhaidi dan ibunda Elina Wagianti yang telah merawat dan membesarkanku sejak kecil, terima kasih banyak atas kasih sayang, jasa, dan pengorbanan kalian selama ini yang tidak akan pernah bisa ananda balas;
3. Mertuaku dan juga nenek di Bondowoso yang selalu mendoakan keluarga kecil kami;
4. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## **MOTTO**

“Dan sesungguhnya akan Kami berikan cobaan kepadamu, dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa, dan buah-buahan. Dan berikanlah berita gembira kepada orang-orang yang sabar”

(QS. Al-Baqarah [2] : 155)

“Ambillah kesempatan lima sebelum lima, mudamu sebelum tua, sehatmu sebelum sakit, kayamu sebelum melarat, hidupmu sebelum mati, dan senggangmu sebelum sibuk”

(HR Hakim dan Baihaqi)

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Noviana Wulantika

NIM : 091810201020

Menyatakan dengan sesungguhnya karya ilmiah yang berjudul “Kekuatan dan Modulus Bending Bahan Komposit Ramah Lingkungan Berpenguat Serat Ampas Tebu dengan Matriks Asam Polilaktat” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab keabsahan dan kebenaran isinya sesuai sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2014

Yang Menyatakan

Noviana Wulantika  
091810201020

**SKRIPSI**

**KEKUATAN DAN MODULUS BENDING BAHAN KOMPOSIT  
RAMAH LINGKUNGAN BERPENGUAT SERAT AMPAS TEBU  
DENGAN MATRIKS ASAM POLILAKTAT**

Oleh :

**Noviana Wulantika  
NIM 091810201020**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Sujito, Ph.D.  
Dosen pembimbing Anggota : Endhah Purwandari, S.Si, M.Si

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Kekuatan dan Modulus Bending Bahan Komposit Ramah Lingkungan Berpenguat Serat Ampas Tebu dengan Matriks Asam Polilaktat” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

Hari :  
Tanggal :  
Tempat : FMIPA Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua  
Dosen Pembimbing Utama

Sekretaris  
Dosen Pembimbing Anggota

Drs. Sujito, Ph.D.  
NIP 196102041987111001

Endhah Purwandari, S.Si, M.Si  
NIP 198111112005012001

Penguji I

Penguji II

Ir. Misto, M.Si  
NIP 195911211991031002

Puguh Hiskiawan S.Si, M.Si  
NIP 197412152002121001

Mengesahkan  
Dekan FMIPA UNEJ

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D  
NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

**Kekuatan dan Modulus Bending Bahan Komposit Ramah Lingkungan Berpenguat Serat Ampas Tebu dengan Matriks Asam Polilaktat;** Noviana Wulantika, 091810201020; 2014: 45 halaman; jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Bahan komposit adalah gabungan dari dua atau lebih bahan makroskopik yang tidak larut satu sama lain dengan unsur penyusunnya terdiri dari penguat dan matriks. Bahan komposit dengan memanfaatkan serat alam telah digunakan sejak ribuan tahun yang lalu. Pada perkembangan selanjutnya komposit berpenguat serat alam mulai banyak ditinggalkan dan beralih pada bahan komposit berpenguat serat sintetis. Namun karena penggunaan bahan sintetis memberikan dampak dan masalah yang cukup serius dalam pembuangan limbahnya maka dilakukan berbagai upaya untuk menciptakan bahan komposit ramah lingkungan. Bahan komposit ramah lingkungan dibuat dari komposit serat alam dan *biodegradable* resin. Dalam penelitian ini digunakan serat ampas tebu dengan matriks asam polilaktat, asam polilaktat merupakan biopolimer yang dapat diperbaharui karena bahan bakunya berasal dari fermentasi dengan bahan baku gula, jagung dan lain sebagainya. Selain itu asam polilaktat memiliki sifat mudah dibentuk, tidak tembus sinar UV, dan hasil degradasi merupakan senyawa sederhana dan tidak beracun. Penelitian bahan komposit ramah lingkungan berpenguat serat ampas tebu dengan matriks asam polilaktat bertujuan untuk: (1) mengetahui kekuatan bending dan modulus bending bahan komposit (2) mengetahui pengaruh orientasi arah serat searah dan acak terhadap kekuatan bending dan modulus bending dari bahan komposit (3) mengetahui kemampuan biodegradasi bahan komposit.

Bahan komposit pada penelitian ini disintesis berdasarkan perbedaan orientasi arah serat. Adapun orientasi arah serat yang digunakan adalah orientasi arah serat searah dan orientasi arah serat acak dengan persentase serat ampas tebu 20%, 40%

dan 60% dari total massa keseluruhan bahan komposit hasil sintesis. Panjang serat yang digunakan untuk bahan komposit dengan orientasi arah serat searah adalah 10 cm, sedangkan untuk bahan komposit dengan orientasi arah serat acak adalah 1 cm. Dimensi bahan komposit yang digunakan 10,0 cm x 1,0 cm x 0,5 cm. Bahan komposit hasil sintesis akan dilakukan tiga buah pengujian yaitu pengujian bending, pengujian morfologi, dan pengujian biodegradasi.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, besar kekuatan bending dengan orientasi arah serat searah yang diperoleh pada fraksi massa 20%, 40%, dan 60% berturut-turut sebesar  $(6,96 \pm 1,43)$  MPa,  $(10,70 \pm 1,62)$  MPa, dan  $(17,84 \pm 2,62)$  MPa, sedangkan besar nilai modulus bendingnya berturut-turut sebesar  $(0,41 \pm 0,08)$  MPa,  $(0,36 \pm 0,06)$  MPa, dan  $(0,91 \pm 0,13)$  MPa. Besar kekuatan bending dengan orientasi arah serat acak yang diperoleh pada fraksi massa 20%, 40%, dan 60% berturut-turut sebesar  $(4,16 \pm 1,67)$  MPa,  $(10,06 \pm 1,62)$  MPa, dan  $(7,98 \pm 0,13)$  MPa, sedangkan besar nilai modulus bendingnya berturut-turut sebesar  $(0,90 \pm 0,20)$  MPa,  $(0,60 \pm 0,13)$  MPa, dan  $(0,25 \pm 0,03)$  MPa. Karakterisasi kemampuan biodegradasi dilakukan dengan cara menimbang massa bahan sebelum dan setelah dilakukan uji biodegradasi. Derajat degradasi yang diperoleh setelah penguburan selama enam minggu pada orientasi arah serat searah dengan fraksi massa 20%, 40%, dan 60% berturut-turut  $(35,08 \pm 6,38)\%$ ,  $(37,90 \pm 0,34)\%$ , dan  $(41,94 \pm 1,41)\%$ , sedangkan pada orientasi arah serat acak dengan fraksi massa 20%, 40%, dan 60% berturut-turut  $(30,24 \pm 5,97)\%$ , dan  $(33,47 \pm 2,95)\%$ ,  $(43,55 \pm 0,71)\%$ . Kemampuan biodegradasi bahan komposit orientasi arah serat acak lebih besar dibandingkan dengan bahan komposit orientasi arah serat searah, selain pengaruh dari orientasi arah serat, penambahan fraksi massa serat dan lamanya penguburan juga menyebabkan kemampuan biodegradasi semakin besar. Struktur morfologi bahan komposit juga mengalami perubahan warna semakin gelap dan muncul semakin banyak *void* pada setiap minggunya. Derajat degradasi tertinggi terdapat pada orientasi arah serat acak dengan fraksi massa serat 60%.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) kekuatan dan modulus bending bahan komposit hasil sintesis dipengaruhi oleh orientasi arah serat dan fraksi massa serat. Bahan komposit orientasi arah serat searah lebih kuat dibandingkan dengan bahan komposit orientasi arah serat acak, penambahan fraksi massa serat juga menyebabkan kekuatan bending bahan komposit semakin besar. Kekuatan dan modulus bending terbesar dimiliki oleh bahan komposit pada orientasi arah serat searah dengan fraksi massa serat 60%; (2) kemampuan biodegradasi bahan komposit dipengaruhi oleh orientasi arah serat, fraksi massa serat, dan lama penguburan. Bahan komposit orientasi arah serat acak memiliki kemampuan biodegradasi lebih besar dibandingkan bahan komposit orientasi arah serat searah, serta penambahan fraksi massa serat dan semakin lamanya bahan komposit dikubur menyebabkan kemampuan biodegradasi semakin besar. Kemampuan biodegradasi terbesar setelah dilakukan penguburan selama enam minggu dimiliki oleh bahan komposit hasil sintesis pada orientasi arah serat acak dengan fraksi massa 60%.

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan skripsi ini yang berjudul “Kekuatan dan Modulus Bending Bahan Komposit Ramah Lingkungan Berpenguat Serat Ampas Tebu dengan Matriks Asam Polilaktat” dapat terselesaikan. Karya tulis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Drs. Sujito, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Endhah Purwandari, S.Si, M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu serta membimbing penulis dari awal sampai akhir penulisan skripsi ini;
2. Bapak Ir. Misto, M.Si selaku penguji utama dan Bapak Puguh Hiskiawan S.Si, M.Si selaku penguji anggota yang telah memberikan banyak masukan, kritik, dan saran untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini;
3. Bapak Artoto Arkundato selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
4. Bapak Dedi selaku ketua laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ijin pelaksanaan uji bending di laboratorium Desain dan Uji Bahan;
5. Arya dan Taufik sebagai asisten laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membantu dalam pelaksanaan karakterisasi uji bending;

6. Rekan kerjaku di bidang fisika bahan komposit, diantaranya Zam Zam dan Riska, terima kasih atas kerjasama, bantuan dan motivasinya dalam penelitian maupun kegiatan lain yang berkaitan dengan penyusunan tugas akhir;
7. Seluruh teman – teman MAFIA 2009;
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

“Tak ada gading yang tak retak” demikian penulisan skripsi ini. Penulis juga menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Desember 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN BIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	4
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	4
<b>1.4 Tujuan</b> .....	5
<b>1.5 Manfaat</b> .....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
<b>2.1 Komposit</b> .....	6
2.1.1 Pengertian Komposit .....	6
2.1.2 Faktor yang Mempengaruhi Komposit Serat .....	7
2.1.3 Klasifikasi Bahan Komposit Berdasarkan Penguat .....	8
2.1.4 Klasifikasi Bahan Komposit Berdasarkan Matriks .....	10

2.2	<b>Penguat</b> .....	11
2.3	<b>Serat Ampas Tebu</b> .....	12
2.4	<b>Matriks</b> .....	13
2.5	<b>Matriks Asam PoliLaktat</b> .....	15
2.6	<b>Sifat Mekanik Komposit</b> .....	17
2.6.1	Kekuatan Bending dan Modulus Bending .....	17
2.6.2	Morfologi Bahan Komposit .....	20
2.6.3	Kemampuan Biodegradasi .....	21
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b> .....		22
3.1	<b>Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	22
3.1.1	Tempat .....	22
3.1.2	Waktu .....	22
3.2	<b>Alat dan Bahan</b> .....	22
3.2.1	Alat .....	22
3.2.2	Bahan .....	23
3.2.3	Diagram Alir Penelitian .....	24
3.3	<b>Persiapan Alat dan Bahan</b> .....	25
3.3.1	Persiapan Pengolahan Serat Ampas Tebu .....	25
3.3.2	Persiapan Matriks .....	26
3.4	<b>Sintesis Bahan Komposit</b> .....	26
3.5	<b>Karakterisasi Bahan Komposit</b> .....	28
3.5.1	Uji Bending .....	28
3.5.2	Uji Morfologi .....	29
3.5.3	Uji Biodegradasi .....	29
3.6	<b>Analisis Data Hasil Penelitian</b> .....	30
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		32
4.1	<b>Bahan Komposit Hasil Sintesis</b> .....	32
4.2	<b>Kekuatan dan Modulus bending Bahan Komposit Hasil Sintesis</b> .....	33

4.2.1 Kekuatan Bending .....	33
4.2.2 Modulus Bending .....	36
<b>4.3 Kemampuan Biodegradasi Bahan Komposit Hasil Sintesis .....</b>	<b>38</b>
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>50</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Skema ilustrasi bahan komposit .....	6
2.2 Komposit partikel .....	9
2.3 Komposit serat .....	9
2.4 Komposit laminar .....	10
2.5 Komposit <i>sandwich</i> .....	10
2.6 Spesimen uji bending <i>four point</i> .....	18
2.7 Spesimen uji bending <i>three point</i> .....	19
2.8 Batang uji sebelum dan sesudah diberikan uji bending .....	20
(a) batang uji sebelum diberikan uji bending .....	20
(b) batang uji setelah diberikan uji bending .....	20
3.1 Diagram alir penelitian .....	24
3.2 Oreintasi arah penguat .....	25
(a) Serat panjang .....	25
(b) serat pendek .....	25
3.3 Alat pengepress <i>hot press machine</i> .....	28
3.4 Mesin uji bending Standart ASTM Model TM 113 Universal 30 KN	29
4.1 Foto bahan komposit berpenguat serat ampas tebu dengan matriks asam polilaktat .....	32
4.2 Foto bahan komposit berpenguat serat ampas tebu dengan matriks asam polilaktat setelah dikenai uji bending .....	34
4.3 Histogram hubungan antara kekuatan bending dengan fraksi massa serat .....	35
4.4 Histogram hubungan antara modulus bending dengan fraksi massa serat .....	37
4.5 Morfologi bahan komposit sebelum dilakukan penguburan .....	38

4.6	Morfologi bahan komposit orientasi arah serat searah pada fraksi massa 20% .....	39
4.7	Morfologi bahan komposit orientasi arah serat searah pada fraksi massa 40% .....	39
4.8	Morfologi bahan komposit orientasi arah serat searah pada fraksi massa 60% .....	40
4.9	Morfologi bahan komposit orientasi arah serat acak pada fraksi massa 20% .....	40
4.10	Morfologi bahan komposit orientasi arah serat acak pada fraksi massa 40% .....	41
4.11	Morfologi bahan komposit orientasi arah serat acak pada fraksi massa 60% .....	41
4.12	Gambar grafik kemampuan biodegradasi bahan komposit orientasi arah serat searah selama enam minggu .....	42
4.13	Gambar grafik kemampuan biodegradasi bahan komposit orientasi arah serat acak selama enam minggu .....	43

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1	Persentase kandungan serat ampas tebu ..... 13
2.2	Karakteristik serat ampas tebu ..... 13
2.3	Sifat dan karakteristik matriks asam polilaktat (PL-2000) ..... 16

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Tabel Data Hasil Nilai Kekuatan Bending Bahan Komposit Hasil Sintesis dengan Orientasi Arah Serat Searah .....	50
2. Tabel Data Hasil Nilai Kekuatan Bending Bahan Komposit Hasil Sintesis dengan Orientasi Arah Serat Acak .....	51
3. Tabel Data Hasil Nilai Modulus Bending Bahan Komposit Hasil Sintesis dengan Orientasi Arah Serat Searah .....	52
4. Tabel Data Hasil Nilai Modulus Bending Bahan Komposit Hasil Sintesis dengan Orientasi Arah Serat Acak .....	53
5. Tabel Data Kemampuan Biodegradasi Bahan Komposit Hasil Sintesis dengan Orientasi Arah Serat Searah .....	54
6. Tabel Data Kemampuan Biodegradasi Bahan Komposit Hasil Sintesis dengan Orientasi Arah Serat Acak .....	55
7. Glosarium .....	56