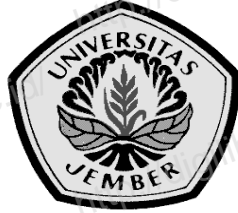


**KEKUATAN BENDING BAHAN KOMPOSIT RAMAH  
LINGKUNGAN DARI LIMBAH PABRIK PENGOLAHAN  
KAYU SENGON DAN RESIN *POLY LACTIC ACID* (PLA)**

**SKRIPSI**

Oleh :  
**Nabilah**  
**NIM 071810201047**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**KEKUATAN BENDING BAHAN KOMPOSIT RAMAH  
LINGKUNGAN DARI LIMBAH PABRIK PENGOLAHAN  
KAYU SENGON DAN RESIN *POLY LACTIC ACID* (PLA)**

**SKRIPSI**

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

Oleh :  
**Nabilah**  
**NIM 071810201047**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## **PERSEMBAHAN**

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

1. Ayahanda Moch Badrus Salam serta Ibunda Hadiyah tersayang yang telah memberikan doa kepada ananda dengan segenap cinta kasih, rasa sayang dan penuh kesabaran serta pengorbanan selama ini;
2. Kakak Hilda Safitri S.Si serta adik-adikku Moch Miftah Farid dan Hilmi Hidayatullah yang selalu memberikan doa dan motivasinya;
3. keponakan tercinta M.Alief Zakaria dan Kanzania Meysha Alfaro yang selalu memberikan suasana ceria dalam keluarga;
4. seluruh pahlawan tanpa tanda jasa sejak TK hingga PT terhormat yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kasih sayang;
5. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## MOTTO

Salah satu pengkerdilan terkejam dalam hidup adalah membiarkan pikiran yang cemerlang menjadi budak bagi tubuh yang malas, yang mendahulukan istirahat sebelum lelah.

(Mario Teguh)

“Dan apabila hamba-hamba-Ku bertanya kepadamu tentang Aku, maka (jawablah), bahwasannya Aku adalah dekat. Aku mengabulkan permohonan orang yang berdo’a apabila ia memohon kepada-Ku, maka hendaklah mereka itu memenuhi (segala perintah)Ku dan hendaklah mereka beriman kepada-Ku, agar mereka selalu berdoa pada kebenaran”

(QS. Al Baqarah : 186)\*

---

\* Departemen Agama Republik Indonesia. 2004. Al-qur’anul karim : Al-qur’an dan Terjemahannya. Surabaya: Mekar Surabaya.

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nabilah

NIM : 071810201047

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Kekuatan Bending Bahan Komposit Ramah Lingkungan dari Limbah Pabrik Pengolahan Kayu Sengon dan Resin *Poly Lactic Acid* (PLA)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan 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, 1 November 2012

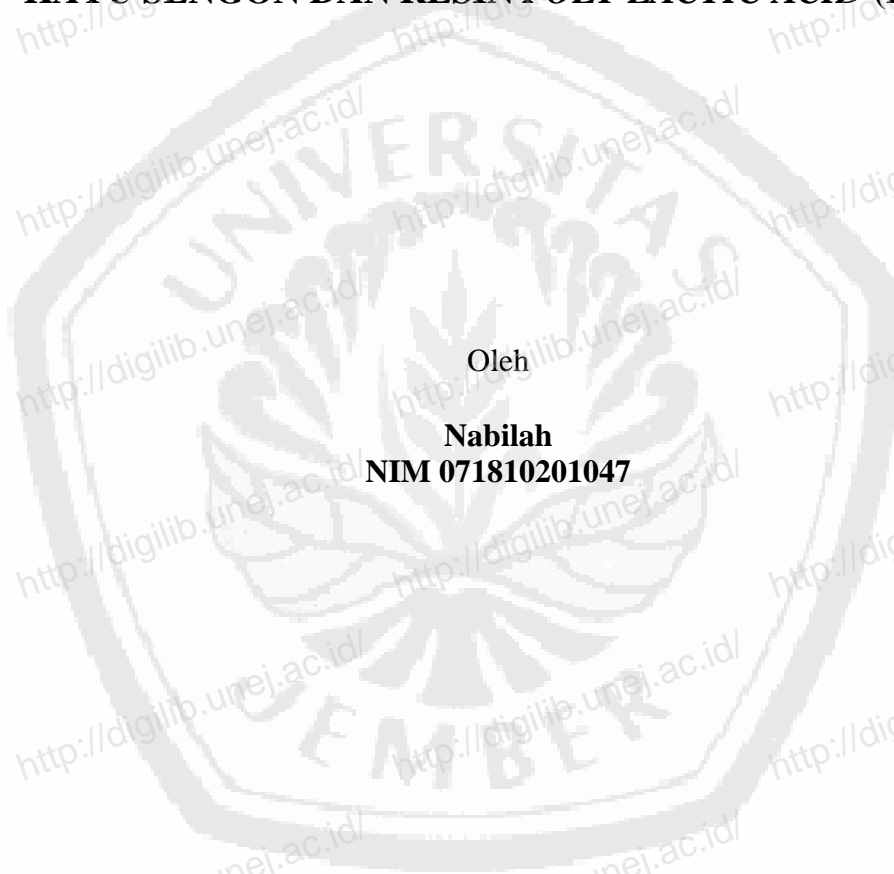
Yang menyatakan,

Nabilah

071810201047

**SKRIPSI**

**KEKUATAN BENDING BAHAN KOMPOSIT RAMAH LINGKUNGAN DARI LIMBAH PABRIK PENGOLAHAN KAYU SENGON DAN RESIN *POLY LACTIC ACID* (PLA)**



Oleh

**Nabilah**

**NIM 071810201047**

**Pembimbing**

**Dosen Pembimbing Utama**

**: Drs. Sujito, Ph.D.**

**Dosen Pembimbing Anggota**

**: Endhah Purwandari, S.Si, M.Si**

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Kekuatan Bending Bahan Komposit Ramah Lingkungan dari Limbah Pabrik Pengolahan Kayu Sengon dan Resin *Poly Lactic Acid* (PLA)” 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

Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, MSc,Ph.D.  
NIP 196203111987021001

Dra. Arry Yuariatun Nurhayati  
NIP 196109091986012001

Mengesahkan

Dekan FMIPA UNEJ

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

## RINGKASAN

**Kekuatan Bending Bahan Komposit Ramah Lingkungan dari Limbah Pabrik Pengolahan Kayu Sengon dan Resin *Poly Lactic Acid* (PLA);** Nabilah; 071810201047; 2012: 43 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Bahan komposit dengan penguat serat dalam banyak aplikasi telah menggantikan bahan logam. Salah satu kekhawatiran paling utama yang terkait dengan bahan komposit yang tersedia secara komersial di pasaran adalah bahwa bahan komposit tersebut menggunakan serat *non-degradable* dan resin yang berbahan dasar minyak bumi. Namun, bahan *non-degradable* dapat menimbulkan masalah serius dalam hal pembuangan limbahnya serta cadangan minyak bumi yang semakin menipis maka telah ada upaya untuk mengembangkan bahan komposit berbasis non-minyak bumi yakni menggunakan penguat berasal dari tanaman seperti lembaran tipis limbah hasil pengolahan kayu sengon serta menggunakan resin yang *biodegradable* seperti *Poly Lactic Acid* (PLA). *Poly Lactic Acid* (PLA) merupakan *biodegradable* plastik yang mudah dibentuk dan dicetak melalui suatu proses pada tekanan dan suhu tinggi, diatas 100<sup>0</sup>C. PLA memiliki kelemahan yaitu memiliki densitas yang tinggi dan degradasinya lambat, maka perlu dilakukan pemodifikasian dengan melakukan penambahan *filler* (bahan isian). Penelitian bahan komposit ramah lingkungan dengan penguat berupa lembaran tipis limbah pengolahan kayu sengon serta resin PLA bertujuan untuk : (1) memperoleh bahan komposit ramah lingkungan dengan penguat lembaran tipis limbah pengolahan kayu sengon dan resin PLA, (2) mengetahui kekuatan dan modulus lentur/bending bahan komposit hasil sintesis, dan (3) mengetahui kemampuan degradasi secara alami bahan komposit hasil sintesis.

Sintesis bahan komposit pada penelitian ini menggunakan 3 variabel yang digunakan sebagai fungsi dari orientasi arah penguat yaitu penguat dengan orientasi



arah longitudinal, transversal, dan campuran. Bahan komposit hasil sintesis akan dilakukan dua pengujian yaitu pengujian bending dan pengujian biodegradasi.

Berdasarkan hasil pengujian bending, nilai kekuatan bending bahan komposit hasil sintesis dengan orientasi arah penguat longitudinal, transversal, dan campuran masing-masing sebesar  $(14,71 \pm 1,73)$  MPa,  $(6,77 \pm 0,17)$  MPa, dan  $(11,88 \pm 1,05)$  MPa. Nilai modulus bending bahan komposit hasil sintesis dengan orientasi arah longitudinal, transversal, dan campuran masing-masing sebesar  $(0,12 \pm 0,02)$  MPa,  $(0,04 \pm 0,002)$  MPa, dan  $(0,07 \pm 0,01)$  MPa. Persentase massa bahan komposit yang terbiodegradasi setelah penguburan 1 minggu, 2 minggu, 3 minggu dan 4 minggu berturut-turut adalah  $(1,9 \pm 0,1)\%$ ,  $(4,7 \pm 0,1)\%$ ,  $(6,3 \pm 0,1)\%$ , dan  $(7,9 \pm 0,08)\%$ . Penguat dan resin yang berasal dari bahan alami juga berpengaruh pada persentase massa yang terbiodegradasi. Meningkatnya nilai persentase massa bahan komposit terbiodegradasi seiring dengan lamanya waktu penguburan disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang menguraikan bahan komposit sehingga bahan komposit menjadi rapuh. Meningkatnya persentase massa juga dipengaruhi oleh morfologi warna bahan, bahan memiliki warna lebih gelap kecoklatan dibandingkan dengan warna bahan sebelum dilakukan uji biodegradasi.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) telah berhasil dilakukan sintesis bahan komposit dengan penguat lembaran tipis limbah pengolahan kayu sengon dan resin *Poly Lactic Acid* (PLA); (2) kekuatan bending dan modulus bending maksimum diperoleh pada bahan komposit hasil sintesis dengan orientasi arah penguat longitudinal, yaitu masing-masing sebesar  $(14,71 \pm 1,73)$  MPa dan  $(0,12 \pm 0,02)$  MPa; dan (3) Kemampuan biodegradasi ditandai dengan meningkatnya persentase massa terbiodegradasi hingga sebesar  $(7,9 \pm 0,08)\%$  seiring dengan lamanya penguburan (hingga 4 minggu) sehingga semakin lama bahan komposit akan semakin habis karena terbiodegradasi secara alami.

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kekuatan Bending Bahan Komposit Ramah Lingkungan dari Limbah Pabrik Pengolahan Kayu Sengon dan Resin *Poly Lactic Acid* (PLA)”. 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 berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Drs. Sujito, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Endhah Purwandari, S.Si, M.Si sebagai Dosen Pembimbing Anggota, yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam membantu dan membimbing penulis dari awal sampai terselesaikannya penulisan skripsi ini;
2. Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, MSc, Ph.D., selaku penguji I, dan Dra. Arry Yuariatun Nurhayati selaku penguji II yang telah memberikan banyak kontribusi masukan, kritik, dan saran untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini;
3. Mahros Darsin, S.T.,M.Sc yang telah membantu dalam pelaksanaan uji bending di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember;
4. Dr. Edy Supriyanto, S.Si, M.Si selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
5. Endhah Purwandari, S.Si, M.Si sebagai Dosen Pembimbing Akademik;
6. semua teman-teman di Fisika Material FMIPA Universitas Jember, diantaranya Fitri, Lilla, Mas Mahrus, Hanim, dan Waqi yang telah membantu dalam

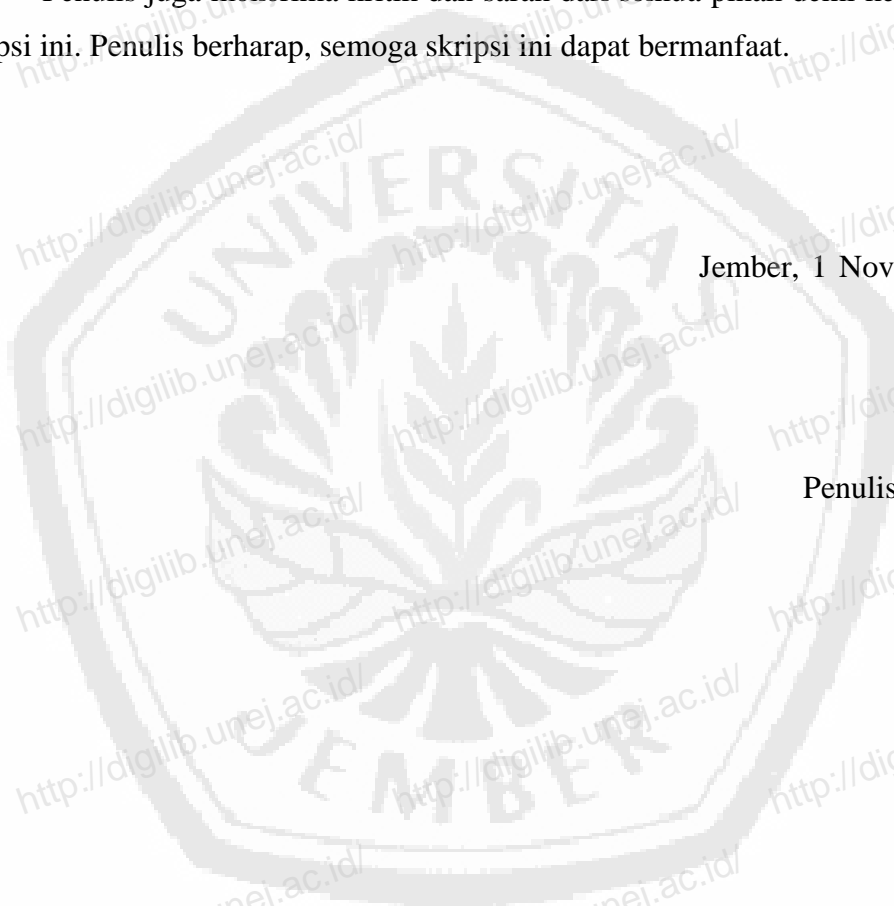
penelitian maupun kegiatan lain di dalam kampus hingga terselesaikannya skripsi ini;

7. Hasni, Ratih, Mami Ninik, Lilla, Tia, Phitit, Arif, Andrio, Ja'far dan seluruh Angkatan 2007 di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember terima kasih atas kebersamaan dan kekeluargaan yang sudah terjalin;

Penulis juga menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 1 November 2012

Penulis

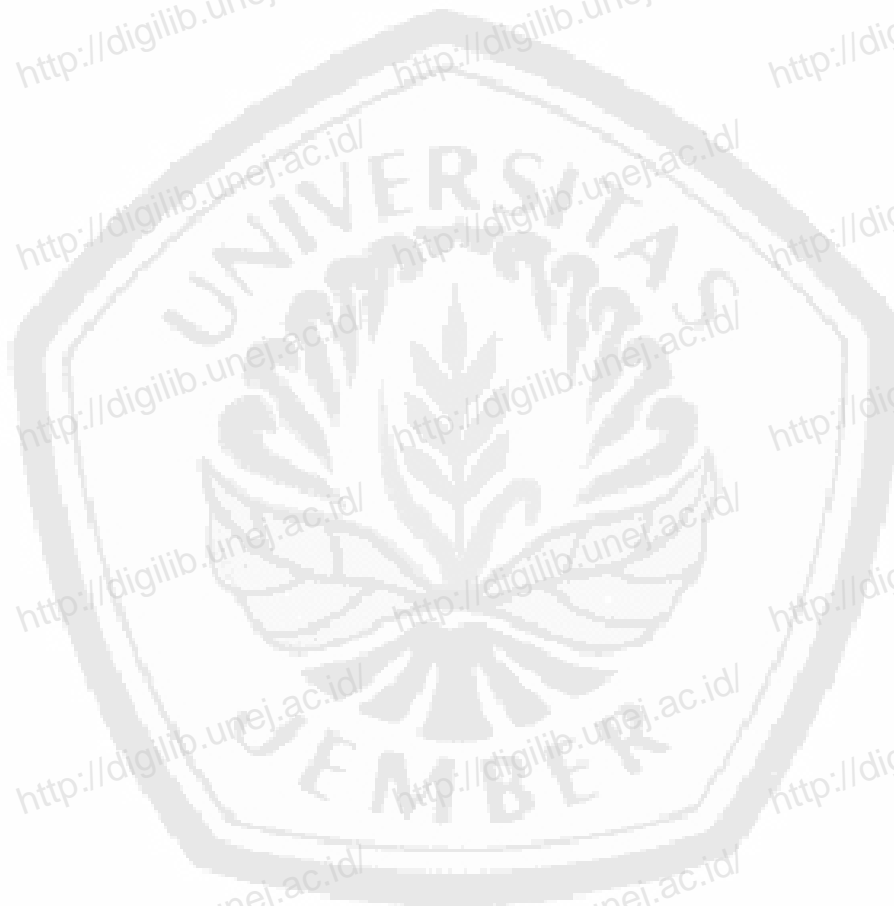


## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMBUTAN</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Komposit</b> .....	5
<b>2.2 Penggunaan Bahan Komposit</b> .....	8
<b>2.3 Penguat (<i>reinforcement</i>)</b> .....	9
<b>2.4 Matriks</b> .....	10

<b>2.5 Ikatan Penguat-Matriks</b> .....	11
<b>2.6 Limbah Kayu Sengon</b> .....	12
<b>2.7 <i>Poly Lactic Acid</i> (PLA)</b> .....	14
<b>2.8 Sifat Mekanik Bahan Komposit</b> .....	16
2.8.1 Kekuatan Bending .....	16
2.8.2 Kemampuan Biodegradasi .....	18
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	20
<b>3.1 Jenis Penelitian</b> .....	20
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	20
3.2.1 Tempat .....	20
3.2.2 Waktu .....	20
<b>3.3 Alat dan Bahan</b> .....	20
3.3.1 Alat .....	20
3.3.2 Bahan .....	21
<b>3.4 Rancangan Penelitian</b> .....	21
3.4.1 Tahap Persiapan Alat dan Bahan .....	23
3.4.2 Tahap Pembuatan Komposit .....	24
3.4.3 Karakterisasi Bahan .....	25
3.4.4 Tahap Pengolahan dan Analisis Data .....	27
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	29
<b>4.1 Bahan Komposit Hasil Sintesis</b> .....	29
<b>4.2 Kekuatan Bending dan Modulus Bending Bahan Komposit Hasil Sintesis</b> .....	30
4.2.1 Kekuatan Bending .....	30
4.2.2 Modulus Bending .....	34
<b>4.3 Kemampuan Biodegradasi Bahan Komposit Hasil Sintesis</b> .....	36
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	40
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	40
<b>5.2 Saran</b> .....	40

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>44</b>



## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Karakteristik <i>Poly Lactic Acid</i> (PLA).....	14
4.1 Massa bahan komposit hasil sintesis sebelum dan sesudah dikubur.....	36

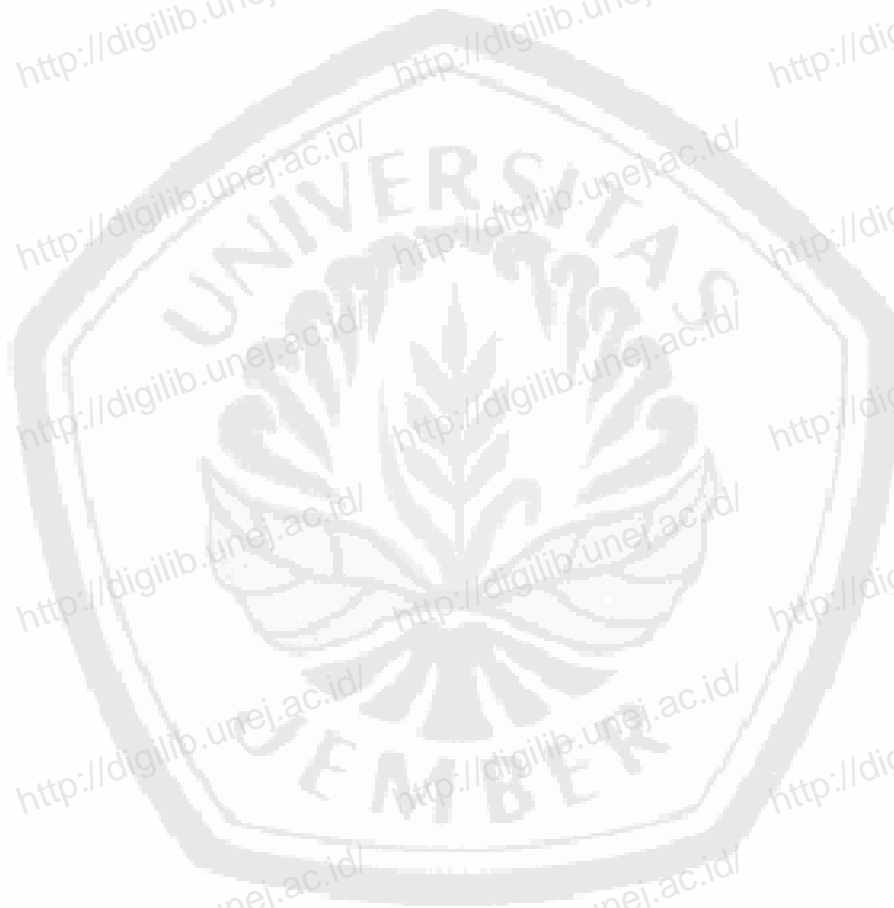


## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Komposit serat .....	6
2.2 Komposit serpih .....	6
2.3 Komposit partikel .....	7
2.4 <i>Filled (keletal) Composites</i> .....	7
2.5 <i>Laminar Composites</i> .....	8
2.6 Ikatan pada komposit .....	12
2.7 Foto lembaran tipis kayu sengon dari hasil pengolahan kayu sengon.....	13
2.8 Pemasangan Uji bending.....	17
2.9 Defleksi yang terjadi pada bahan .....	18
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	22
3.2 Orientasi arah penguat.....	23
(a) longitudinal .....	23
(b) transversal .....	23
3.3 Susunan lembaran tipis kayu sengon yang telah dicampur PLA dalam cetakan .....	24
3.4 Proses Pengepresan dengan <i>hot press machine</i> .....	25
3.5 Foto Mesin Uji Bending TM 113 Universal 30 KN .....	26
4.1 Foto bahan komposit hasil sintesis dengan penguat lembaran tipis limbah pengolahan kayu sengon dan resin PLA .....	29
4.2 Foto bahan komposit hasil sintesis setelah pengujian bending.....	30
4.3 Histogram hubungan antara kekuatan bending terhadap orientasi arah penguat.....	31
4.4 Foto mikroskop patahan bahan komposit hasil sintesis setelah pengujian bending pada sisi atas dan sisi samping.....	33
4.5 Histogram hubungan antara modulus bending terhadap orientasi arah	



penguat.....	35
4.6 Grafik hubungan antara massa yang terbiodegradasi terhadap lama penguburan.....	37
4.7 Foto mikrograf morfologi permukaan bahan komposit hasil sintesis sebelum uji biodegradasi.....	38
4.8 Foto mikrograf morfologi permukaan bahan komposit hasil sintesis setelah uji biodegradasi.....	38



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Tabel Data Hasil Nilai Kekuatan Bending Bahan Komposit Hasil Sintesis.....	44
2. Tabel Data Hasil Nilai Modulus Bending Bahan Komposit Hasil Sintesis.....	45
3. Tabel Data Karakterisasi Biodegradasi Bahan Komposit Hasil Sintesis.....	46

