



**KEKUATAN TARIK, MODULUS ELASTISITAS DAN KEMAMPUAN  
BIODEGRADASI BAHAN KOMPOSIT DENGAN PENGUAT LIMBAH  
PENGOLAHAN KAYU LAPIS DAN RESIN *POLY LACTIC ACID* (PLA)**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Waqiatu Soleha**  
**NIM 071810201102**

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



**KEKUATAN TARIK, MODULUS ELASTISITAS DAN KEMAMPUAN  
BIODEGRADASI BAHAN KOMPOSIT DENGAN PENGUAT LIMBAH  
PENGOLAHAN KAYU LAPIS 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 :

**Waqiatus Soleha**

**NIM 071810201102**

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

**2012**

## **PERSEMBAHAN**

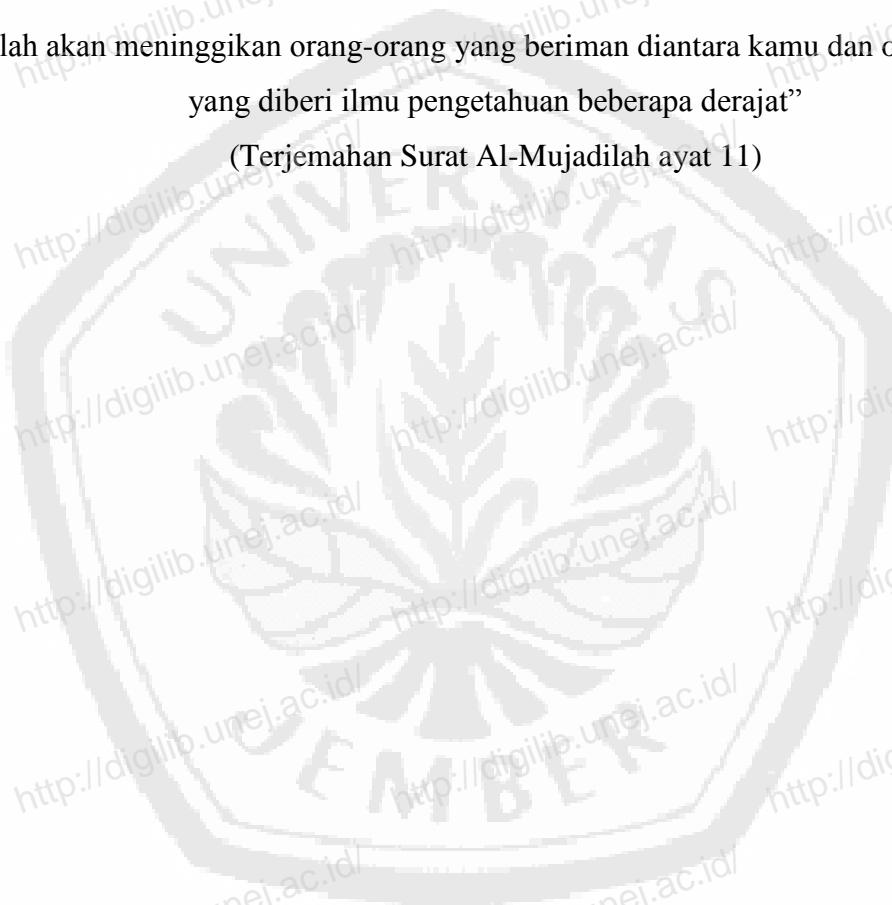
Alhamdulillah, Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta, syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya untuk:

1. Ayahanda Supandi serta ibunda tercinta Hafiyah, yang selalu memberikan doa dan restunya kepada ananda dengan segenap cinta kasih, rasa sayang dan sejuta kesabaran serta pengorbanan dalam mendidik ananda selama ini;
2. kakakku yang selalu memberikan doa dan motivasinya;
3. Hendri Alfian, SH yang selalu memberikan do'a dan support dengan setulus hati;
4. seluruh keluarga besar di Sumberbaru yang telah memberikan dukungan, motivasi dan nasehat yang sangat berguna bagi ananda;
5. seluruh pahlawan tanpa tanda jasa sejak TK hingga PT terhormat yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kasih sayang;
6. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## MOTTO

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”

(Terjemahan Surat Al-Mujadilah ayat 11)



---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Waqiatus Soleha

NIM : 071810201102

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Kekuatan Tarik, Modulus Elastisitas dan Kemampuan Biodegradasi Bahan Komposit dengan Penguat Limbah Pengolahan Kayu Lapis 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,

Waqiatus Soleha

071810201102

**SKRIPSI**

**KEKUATAN TARIK, MODULUS ELASTISITAS DAN KEMAMPUAN  
BIODEGRADASI BAHAN KOMPOSIT DENGAN PENGUAT LIMBAH  
PENGOLAHAN KAYU LAPIS DAN RESIN *POLY LACTIC ACID* (PLA)**

Oleh

Waqiatus Soleha

NIM 071810201102

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Sujito, Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Endhah Purwandari, S.Si, M.Si.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Kekuatan Tarik, Modulus Elastisitas dan Kemampuan Biodegradasi Bahan Komposit dengan Penguat Limbah Pengolahan Kayu Lapis 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

Sekretaris

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Akademik

Drs. Sujito, PhD

NIP 19610204 198711 1 001

Endhah Purwandari, S.Si, M.Si

NIP 19811111 200501 2 001

Anggota I

Anggota II

Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, MSc, PhD

NIP 19620311 198702 1 001

Dra. Arry Yuariatun Nurhayati

NIP 19610909 198901 2 001

Mengesahkan

Dekan FMIPA UNEJ

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

NIP 19610108 198602 1 001

## RINGKASAN

**“Kekuatan Tarik, Modulus Elastisitas dan Kemampuan Biodegradasi Bahan Komposit dengan Penguat Limbah Pengolahan Kayu Lapis dan Resin *Poly Lactic Acid* (PLA)”**; Waqiatu Soleha, 071810201102; 2012; 49 halaman; Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Saat ini bahan komposit telah banyak dimanfaatkan, mulai untuk keperluan pembuatan alat-alat rumah tangga hingga pada sektor industri otomotif. Hal ini dikarenakan bahan komposit mempunyai keunggulan tersendiri dibandingkan dengan bahan teknik yang lain seperti logam. Keunggulan tersebut diantaranya ialah bahan komposit lebih ringan, tahan korosi, dan ekonomis. Bahan komposit yang sering digunakan selama ini terbuat dari bahan-bahan sintetis sebagai bahan dasarnya. Kenyataan ini menyebabkan pencemaran lingkungan setelah penggunaannya karena bahan komposit tersebut sulit terdegradasi secara alami.

Berangkat dari kondisi di atas telah dilakukan sintesis dan karakterisasi bahan komposit yang berasal dari alam dengan menggunakan penguat limbah pengolahan kayu lapis dan Resin *Poly Lactic Acid* (PLA). Adapun tujuan dari penelitian ini yang telah dilakukan adalah membuat bahan komposit yang ramah terhadap lingkungan. Dalam penelitian ini disintesis tiga macam bahan komposit yang divariasikan menurut orientasi penguat, dengan konsentrasi penguat lembaran tipis limbah pengolahan kayu sengon sebesar 40% dari massa total bahan komposit. Ketiga macam bahan komposit tersebut masing-masing adalah bahan komposit dengan orientasi arah penguat memanjang (longitudinal), tegak lurus (transversal) dan campuran longitudinal dan transversal. Sementara itu, karakterisasi sifat mekanik bahan dilakukan dengan melakukan uji tarik dengan menggunakan mesin uji TM 113



Universal 30 KN dan uji biodegradasi terhadap bahan komposit dilakukan dengan cara mengubur bahan komposit selama 4 minggu.

Hasil penelitian diketahui bahwa kekuatan tarik, maksimum dan minimum, masing-masing diperoleh pada bahan komposit hasil sintesis dengan orientasi arah serat pada penguat longitudinal,  $\sigma = (11,296 \pm 1,604)$  MPa dan bahan komposit hasil sintesis dengan orientasi arah serat pada penguat transversal,  $\sigma = (2,037 \pm 0,320)$  MPa. Sementara itu, nilai modulus elastisitas kedua bahan komposit tersebut relatif sama atau tidak ada perbedaan yang signifikan. Kemudian untuk uji biodegradasi diketahui bahwa semua bahan komposit hasil sintesis mampu terdegradasi secara alami karena baik penguat maupun matriks sebagai penyusun bahan komposit tersebut berasal dari bahan alam. Massa bahan komposit tersebut terdegradasi sebesar  $(7,3 \pm 0,16)$  % untuk penguburan selama 4 minggu.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan berkat, rahmat dan hidayahnya sehingga penulisan skripsi dengan judul “Kekuatan Tarik, Modulus Elastisitas dan Kemampuan Biodegradasi Bahan Komposit dengan Penguat Limbah Pengolahan Kayu Lapis dan Resin *Poly Lactic Acid* (PLA)” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa tanpa bantuan dari semua pihak baik moril, spirituil maupun materiil, penulisan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Drs. Sujito, PhD selaku Dosen Pembimbing Utama sekaligus Dosen Pembimbing Akademik 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, PhD 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. Dr. Edy Supriyanto, S.Si, M.Si selaku Ketua Jurusan dan seluruh staf pengajar Jurusan Fisika serta Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan jajarannya yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
4. Rovin, Fitri, Nabilah, Lila, Hanim serta teman-teman semua angkatan di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember dan semua pihak yang secara tidak langsung ikut memberikan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.

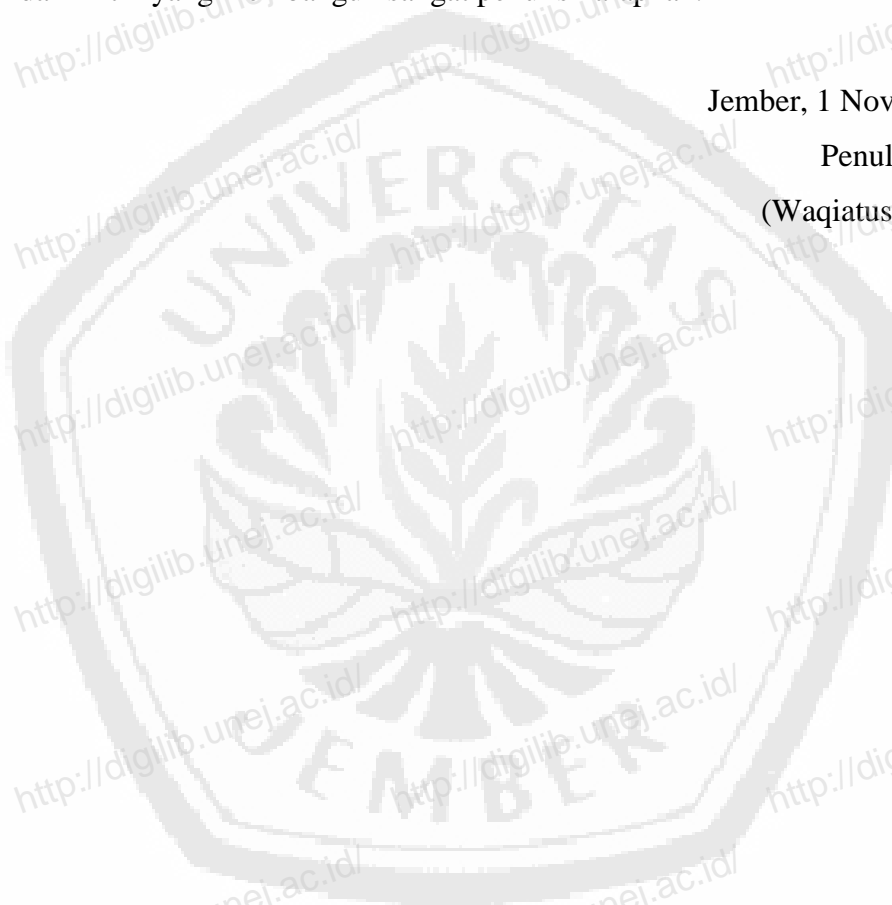
5. seluruh staf dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah membantu dalam hal administrasi maupun non-administrasi;

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna walaupun telah penulis usahakan semaksimal mungkin. Untuk itu, demi kesempurnaan skripsi ini, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan.

Jember, 1 November 2012

Penulis

(Waqiatus Soleha)

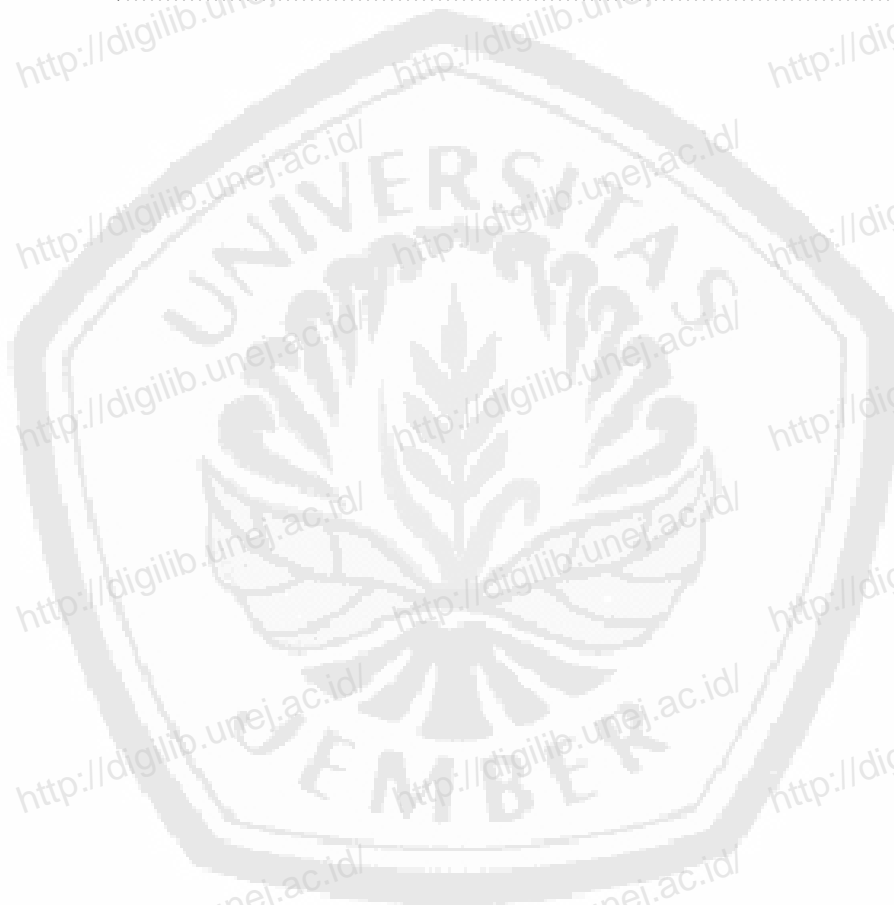


## DAFTAR ISI

	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>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	4
<b>1.3 Batasa masalah</b> .....	4
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
<b>2.1 Komposit</b> .....	6
2.1.1 Pengertian Bahan Komposit.....	6
2.1.2 Macam-Macam Bahan Komposit.....	7
2.1.3 Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Bahan Komposit.....	9
2.1.4 Pembuatan Bahan Komposit Komposit.....	11

2.1.5 Kegagalan Pada Bahan Komposit.....	12
<b>2.2 Matriks</b> .....	12
<b>2.3 Penguat</b> .....	14
<b>2.4 Limbah Padat Kayu Lapis</b> .....	15
<b>2.5 Kekuatan Tarik</b> .....	16
<b>2.6 Kemampuan Biodegradasi</b> .....	21
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	23
<b>3.1 Jenis Penelitian</b> .....	23
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	23
<b>3.3 Alat dan Bahan</b> .....	23
3.3.1 Alat.....	23
3.3.2 Bahan.....	24
<b>3.4 Rancangan Penelitian</b> .....	24
3.4.1 Diagram Alir Rencana Penelitian.....	24
3.4.2 Tahap Persiapan.....	26
3.4.3 Tahap Pembuatan Komposit.....	26
<b>3.5 Karakterisasi Bahan Komposit</b> .....	28
3.5.1 Uji Tarik.....	28
3.5.2 Uji Biodegradasi.....	30
<b>3.6 Analisis Data</b> .....	30
3.6.1 Uji Tarik.....	30
3.6.2 Uji Biodegradasi.....	31
<b>BAB. 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	32
<b>4.1 Bahan Komposit Hasil Sintesis</b> .....	32
<b>4.2 Kekuatan Tarik dan Modulus Elastisitas Bahan Komposit Hasil Sintesis</b> .....	33
4.2.1 Kekuatan tarik.....	33
4.2.2 Modulus Elastisitas.....	39
<b>4.3 Biodegradasi Bahan Komposit Hasil Sintesis</b> .....	41

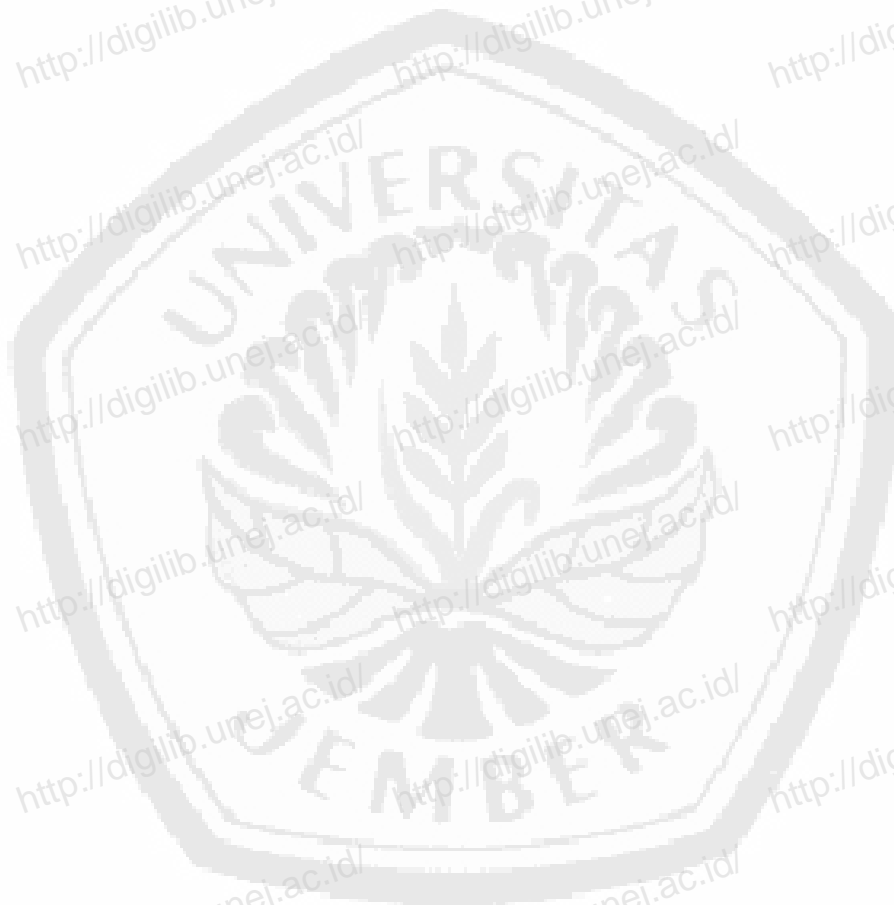
<b>BAB. 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	45
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	45
<b>5.2 Saran</b> .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	46
<b>LAMPIRAN</b> .....	50



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 <i>Fibrous Composites</i> .....	8
2.2 <i>Laminated Composites</i> .....	8
2.3 <i>Particulate Composites</i> .....	9
2.4 Tiga tipe orientasi pada <i>reinforcement</i> .....	10
2.5 Limbah padat berupa lembaran tipis kayu sengon.....	15
2.6 Kurva tegangan regangan.....	16
2.7 Kurva penentuan tegangan luluh ( <i>yield stress</i> ).....	19
3.1 Diagram alir penelitian.....	25
3.2 Potongan lembaran tipis limbah kayu sengon dengan orientasi penguat (a) longitudinal, (b) transversal, (c) campuran .....	26
3.3 Proses pengepresan.....	27
3.4 Mesin Uji TM 113 Universal 30 KN .....	28
4.1 <i>Photograph</i> bahan komposit hasil sintesis dengan: (a) orientasi arah penguat longitudinal, (b) orientasi arah penguat transversal, (c) orientasi arah penguat campuran .....	32
4.2 Grafik hubungan antara tegangan tarik ( $\sigma$ ) dan regangan ( $\epsilon$ ) bahan komposit hasil sintesis .....	34
4.3 Hubungan antara kekuatan tarik ( $\sigma$ ) terhadap orientasi arah penguat bahan komposit hasil sintesis .....	35
4.4 Foto bentuk patahan bahan komposit hasil sintesis dengan: (a) orientasi arah penguat longitudinal, (b) orientasi arah penguat transversal, (c) orientasi arah penguat campuran.....	38
4.5 Foto struktur bagian dalam bahan komposit hasil sintesis.....	38
4.6 Histogram hubungan antara modulus elastisitas (E) terhadap orientasi arah penguat .....	40

4.7 Grafik hubungan antara massa yang tebiordegradasi dengan lama penguburan bahan komposit hasil sintesis .....	42
4.8 Foto struktur morfologi bahan komposit hasil sintesis sebelum penguburan .....	42
4.9 Foto struktur morfologi bahan komposit hasil sintesis setelah penguburan selama: (a) 1 minggu, (b) 2 minggu, (c) 3 minggu, (d) 4 minggu .....	43





## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 <i>Typical physical and mecanikal properties of PLA (PL-2000) resin</i> .....	14
4.1 Nilai kekuatan tarik maksimum (UTS) dan keuletan bahan komposit hasil sintesis .....	36
4.2 Nilai modulus elastisitas bahan komposit hasil sintesis.....	39
4.3 Massa bahan komposit sebelum dan sesudah dilakukan penguburan selama 4 minggu .....	41

