



**SIFAT MEKANIK BAHAN KOMPOSIT SELULOSA
BAKTERRIAL DENGAN PENGUAT SERBUK KAYU SENGON**

SKRIPSI

Oleh

**Mahrus Ali
NIM 061810201099**

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

2014



**SIFAT MEKANIK BAHAN KOMPOSIT SELULOSA
BAKTERRIAL DENGAN PENGUAT SERBUK KAYU SENGON**

SKRIPSI

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

Oleh

Mahrus Ali
NIM 061810201099

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER

2014

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

- 1. Nur Hanifah, Ibu sekaligus ayahku. Terima kasih atas doamu yang tak pernah putus. Maafkan anakmu yang belum bisa membahagiakanmu.*
- 2. Mertuaku, Mohammad Sholeh dan Humaiyah. Kalian menjelma seperti orang tua kandungku. Terima kasih atas doa dan dukungannya, maafkan bila sampai detik ini aku banyak membebani kalian.*
- 3. Anak-anakku. Maafkan Abi ya nak, sedikit sekali berbuat baik untuk kalian. Abi rindu saat-saat kita bersama dan bercerita. Ingat ya pesan Abi, jadilah generasi terbaik!*
- 4. Istriku, Siti Sholihah. Senyummu di saat letih begitu bermakna. Maafkan suamimu yang belum bisa memimpinmu dengan baik.*

MOTTO

Orang yang memiliki *himmah* (kemauan yang kuat) tidak akan terhalang oleh apapun.

(Imam Hasan Al-Banna)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Mahrus Ali

NIM : 061810201099

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "*Sifat Mekanik Bahan Komposit Selulosa Bakterial dengan Penguat Serbuk Kayu Sengon*" adalah benar-benar hasil karya sendiri kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan kepada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada paksaan dari pihak manapun, dan bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 3 Februari 2014

Yang menyatakan

Mahrus Ali

NIM 061810201099

SKRIPSI

**SIFAT MEKANIK BAHAN KOMPOSIT SELULOSA
BAKTERRIAL DENGAN PENGUAT SERBUK KAYU SENGON**

Oleh

Mahrus Ali
NIM 061810201099

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Sifat Mekanik Bahan Komposit Selulosa Bakterial dengan Penguat Serbuk Kayu Sengon” telah diuji dan disahkan pada:

hari :

tanggal :

tempat : Fakultas MIPA Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua

Sekretaris

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP 196102041987111001

Dr. Bambang Piluharto, S.Si.,M.Si.
NIP 197107031997021001

Anggota I

Anggota II

Dra. Arry Yuariatun Nurhayati
NIP 196109091986012001

Puguh Hiskiawan, S.Si.,M.Si.
NIP 197412152002121001

Mengesahkan,
Dekan FMIPA UNEJ

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul *Sifat Mekanik Bahan Komposit Selulosa Bakterial dengan Penguat Serbuk Kayu Sengon*.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Drs. Sujito, Ph.D., selaku dosen pembimbing utama (DPU) dan Dr. Bambang Piluharto, S.Si.,M.Si., selaku dosen pembimbing anggota (DPA) yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, informasi, dan diskusi dengan penulis,
2. Dra. Arry Yuariatun Nurhayati dan Puguh Hiskiawan, S.Si.,M.Si., selaku dosen penguji yang banyak memberikan informasi dan masukan dalam penyelesaian skripsi,
3. Drs. Yudha Cahyo Argo Hariadi, M.Sc.,Ph.D., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan informasi selama penulis kuliah,
4. Prof. Drs. Kusno, D.EA.,Ph.D., selaku Dekan FMIPA dan Dr. Artoto Arkundato, S.Si.,M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember,
5. Jamaah pengajian halaqoh P.Kosala, P.Tri, P.Bambang, P.Hariadi, P.Anang, P.Suratno, P.Nur Iman, P.Muchsin, P.Edi, P.Pramudya, dan P.Iqbal yang telah memberikan dukungan dan motivasi bagi penulis,

6. Husen Lampung, Heru 07, pengurus dan anggota IONS, serta semua mahasiswa khususnya Fisika angkatan 2006 yang selalu memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu masukan dan saran sangat diharapkan. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak, terutama bagi penulis.

Jember, 9 Januari 2014

Penulis

RINGKASAN

Sifat Mekanik Bahan Komposit Selulosa Bakterial dengan Penguat Serbuk Kayu Sengon; Mahrus Ali, 061810201099; 2014: 38 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Teknologi material saat ini terus dikembangkan dalam rangka menciptakan suatu bahan hasil kombinasi dari dua material atau lebih menjadi satu material baru yang mempunyai karakteristik lebih baik. Material tersebut adalah komposit. Komposit terdiri dari suatu bahan utama (matriks) dan suatu jenis penguat (*reinforcement*) yang ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan matriks. Pada umumnya matriks dan penguat yang biasa digunakan dalam pembuatan komposit merupakan bahan-bahan sintesis yang sulit terdegradasi secara alami sehingga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu perlu dikembangkan penelitian tentang komposit berbahan alami yang terbukti mudah terdegradasi.

Penelitian ini dilakukan dengan mensintesis bahan komposit menggunakan selulosa berupa serat nata de coco sebagai matriks dan serbuk kayu sengon sebagai penguat. Pemilihan kedua jenis serat alam tersebut sebagai bahan komposit didasarkan atas sifat-sifat unggul yang dimiliki keduanya. Selulosa memiliki kemurnian tinggi, derajat kristalinitas tinggi, mempunyai kerapatan antara 300 dan 900 kg/m³, kekuatan tarik tinggi, elastis dan terbiodegradasi. Sedangkan serbuk kayu sengon memiliki berat jenis dan gaya gesek yang rendah sehingga tidak merusak peralatan pada proses pembuatan, selain itu, serat ini dapat terdegradasi secara alami dan berasal dari sumber yang dapat diperbarui.

Penelitian telah dilakukan di laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember dan di Laboratorium Kemasan Jurusan Teknik

Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Ada dua tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, pertama melakukan sintesis bahan komposit yang terdiri dari pengolahan serat nata de coco sebagai matriks dan serbuk kayu sengon sebagai penguat, kemudian membuat komposit dengan memvariasi konsentrasi penguat dari 0% (matriks), 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50 % dari massa total komposit. Tahap berikutnya yaitu pengujian bahan komposit yang terdiri dari pengujian morfologi permukaan menggunakan mikroskop optik dan pengujian tarik menggunakan mesin uji TM 113 Universal 30 KN. Dari pengujian morfologi didapatkan struktur mikro permukaan bahan komposit, sedangkan dari hasil pengujian tarik didapatkan grafik hubungan antara tegangan (σ) dan regangan (ϵ). Dari grafik tersebut dapat diketahui nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas (E) yang ditentukan dengan metode offset.

Melalui pengujian morfologi didapatkan bahwa konsentrasi penguat serbuk kayu sengon berpengaruh terhadap sifat morfologi permukaan bahan komposit, semakin besar konsentrasi penguat semakin buram dan menghasilkan permukaan yang makin tidak homogen. Selain itu, kondisi mikro campuran bahan yang masih heterogen. Matriks dan penguat tampak belum homogen pada tiap bagiannya.

Hasil pengujian tarik didapatkan bahwa bahan matriks selulosa bakterial (0% penguat) memiliki kekuatan tarik maksimum dan modulus elastisitas terbesar dibandingkan dengan semua bahan komposit hasil sintesis yaitu sebesar 5.12 MN/m² dan 1.49 MN/m². Fenomena ini disebabkan oleh kekuatan komposit didominasi oleh selulosa bakterial, bukan serbuk kayu sengon. Meskipun keduanya memiliki gugus OH yang berperan dalam pembentukan ikatan hidrogen, namun kristalinitas yang tinggi dari selulosa bakterial akan menghasilkan interaksi intra molekul yang lebih besar dibanding interaksi antar molekulnya. Akibatnya, keberadaan serbuk kayu sengon tidak meningkatkan kekuatan mekanik komposit namun justru menurunkannya.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN BIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bahan Komposit	6
2.1.1 Biokomposit	6
2.1.2 Bio-nano komposit	7
2.2 Selulosa Bakterial	8
2.2.1 Sintesis Selulosa Bakterial	10
2.2.1 Aplikasi Selulosa Bakterial	12

2.3	Serbuk Kayu Sengon	13
2.4	Sifat Mekanik Bahan Komposit	14
2.4.1	Kekuatan Tarik	15
2.4.2	Tegangan Luluh	16
2.4.3	Modulus Elastisitas	17
2.4.4	Kekuatan Tarik Maksimum	17
BAB 3. METODE PENELITIAN		
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2	Alat dan Bahan	18
3.2.1	Alat	18
3.2.2	Bahan	19
3.3	Rancangan Penelitian	19
3.3.1	Diagram Alir Rencana Penelitian	19
3.3.2	Tahap Persiapan	20
3.3.3	Tahap Pembuatan Komposit	20
3.4	Karakteristik Bahan Komposit	21
3.4.1	Uji Tarik	21
3.4.2	Uji Morfologi	23
3.5	Analisis Data	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Sintesis dan Morfologi Permukaan	
	Bahan Komposit	25
4.2	Sifat Mekanik Bahan Komposit Hasil Sintesis	28
BAB 5. KESIMPULAN		
5.1	Kesimpulan	34
5.2	Saran	34
DAFTAR PUSTAKA		36
LAMPIRAN-LAMPIRAN		39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Selulosa Tumbuhan	8
Gambar 2.2 Selulosa Bakterial.....	9
Gambar 2.3 Potongan <i>Nata de coco</i>	10
Gambar 2.4 Struktur Mikroskopik Selulosa Bakterial	11
Gambar 2.5 Mekanisme Pembentukan Selulosa	12
Gambar 2.6 Serbuk Kayu Sengon.....	14
Gambar 2.7 Gambaran Singkat Uji Tarik	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3.2 Proses Pengepresan	21
Gambar 3.3 Mesin Uji TM 113 Universal 30 KN	22
Gambar 4.1 Morfologi Permukaan Bahan Komposit Hasil Sintesis	26
Gambar 4.2 Tipikal Plot Grafik hubungan antara tegangan tarik (σ) dan regangan (ε) bahan komposit hasil sintesis.	28
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara tegangan tarik (σ) dan regangan (ε) bahan komposit hasil sintesis dengan konsentrasi penguat 0%, 10%, dan 20 %	29
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara tegangan tarik (σ) dan regangan (ε) bahan komposit hasil sintesis dengan konsentrasi penguat 30%, 40%, dan 50%.....	30
Gambar 4.5 Tipikal plot grafik hubungan antara tegangan tarik (σ) dan regangan (ε) bahan komposit hasil sintesis untuk menentukan modulus elastisitas bahan komposit.....	32

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Nilai tegangan tarik maksimum (σ_u) dan regangan (ε) bahan komposit hasil sintesis	30
Tabel 4.2 Nilai tegangan luluh (σ_y) dan regangan luluh (ε_y) bahan komposit hasil sintesis untuk mendapatkan modulus elastisitas (E)	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Tabel a. Data hasil uji tarik bahan komposit selulosa bakterial dengan penguat 0% (matriks) pada bahan 1	40
Tabel b. Data hasil uji tarik bahan komposit selulosa bakterial dengan penguat 0% (matriks) pada bahan 2.....	40
Tabel c. Data hasil uji tarik bahan komposit selulosa bakterial dengan penguat serbuk kayu sengon 10% pada bahan 1.....	40
Tabel d. Data hasil uji tarik bahan komposit selulosa bakterial dengan penguat serbuk kayu sengon 10% pada bahan 2.....	41
Tabel e. Data hasil uji tarik bahan komposit selulosa bakterial dengan penguat serbuk kayu sengon 20% pada bahan 1.....	41
Tabel f. Data hasil uji tarik bahan komposit selulosa bakterial dengan penguat serbuk kayu sengon 20% pada bahan 2.....	41
Tabel g. Data hasil uji tarik bahan komposit selulosa bakterial dengan penguat serbuk kayu sengon 30% pada bahan 1.....	41
Tabel h. Data hasil uji tarik bahan komposit selulosa bakterial dengan penguat serbuk kayu sengon 30% pada bahan 2.....	42
Tabel i. Data hasil uji tarik bahan komposit selulosa bakterial dengan penguat serbuk kayu sengon 40% pada bahan 1.....	42
Tabel j. Data hasil uji tarik bahan komposit selulosa bakterial dengan penguat serbuk kayu sengon 40% pada bahan 2.....	42
Tabel k. Data hasil uji tarik bahan komposit selulosa bakterial dengan penguat serbuk kayu sengon 50% pada bahan 2.....	42
Tabel l. Data hasil uji tarik bahan komposit selulosa bakterial dengan penguat serbuk kayu sengon 50% pada bahan 2.....	43
Foto Bahan komposit hasil sintesis.....	44
Foto Alat dan bahan penelitian	46