



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**EVALUASI SIFAT FISIK DAN SIFAT MEKANIK MATERIAL  
KOMPOSIT SERAT/RESIN BERBAHAN DASAR SERAT  
*NATA DE COCO* DENGAN PENAMBAHAN NANOFILLER**

**TESIS**

**DARMANSYAH  
0806477314**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM MAGISTER TEKNIK KIMIA  
DEPOK  
JULI 2010**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**EVALUASI SIFAT FISIK DAN SIFAT MEKANIK MATERIAL  
KOMPOSIT SERAT/RESIN BERBAHAN DASAR SERAT  
*NATA DE COCO* DENGAN PENAMBAHAN NANOFILLER**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Teknik**

**DARMANSYAH  
0806477314**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
KEKHUSUSAN PERANCANGAN PRODUK DAN REAKSI KIMIA  
DEPOK  
JULI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Darmansyah**

**NPM : 0806477314**

**Tanda Tangan : **

**Tanggal : 6 Juli 2010**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Darmansyah  
NPM : 0806477314  
Program Studi : Teknik Kimia  
Judul Tesis : Evaluasi Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Material Komposit Serat/Resin Berbahan Dasar Serat *Nata de Coco* dengan Penambahan Nanofiller

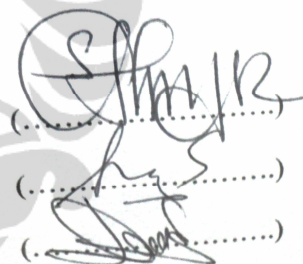
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Asep Handaya Saputra, M.Eng

Penguji : Ir. Mahmud Sudibandriyo, MSc, PhD

Penguji : Ir. Dijan Supramono, MSc



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 6 Juli 2010

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Program Studi Teknik Kimia pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan hingga penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. Asep Handaya Saputra, M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
- (2) Ir. Mahmud Sudibandriyo, MSc., PhD., selaku pembimbing akademik (PA) yang telah memberikan nasehat dan semangat kepada saya untuk terus maju dan berjuang dalam meraih gelar Magister Teknik ini;
- (3) Orang tua Bpk M. Rais (Alm.) dan Ibu Asmarani, saudara-saudara saya (Uni'Upaw, K'Dedi, K'Lukman, Uni Gadis dan K'Zul) yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, dan;
- (4) Sahabat seperjuangan saya di S2 Teknik Kimia UI angkatan 2008 & 2009 (Prolessara, Pak Joddy, Mba Ani, Mas Ari, Bu Iin, Pak Susalit, Nofi, Pak Imam, Puji, Yasir, Enti, Mas Irsham, Mas Bono, Mas Agung dan teman-teman lainnya) yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 6 Juli 2010

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Darmansyah  
NPM : 0806477314  
Program Studi : Magister Teknik Nimia  
Departemen : Teknik Kimia  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Evaluasi Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Material Komposit Serat/Resin Berbahan Dasar Serat *Nata de Coco* dengan Penambahan Nanofiller.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 6 Juli 2010

Yang menyatakan



(Darmansyah)

## ABSTRAK

Nama : Darmansyah  
Program Studi : Teknik Kimia  
Judul : Evaluasi Sifat Fisik dan Mekanik Material Komposit Serat –  
Resin Berbahan Dasar Serat *Nata de coco* dengan Penambahan  
Nanofiller

Indonesia adalah negara yang memiliki potensi besar dalam sumber daya alam, potensi-potensi alam tersebut yang dapat dikembangkan salah satunya adalah serat alam. Serat alam yang cukup potensial untuk dikembangkan lebih jauh saat ini adalah serat *nata de coco*. *Nata de coco* adalah hasil proses fermentasi air kelapa dengan menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*. Secara kimiawi, serat yang terkandung di dalam *nata de coco* adalah selulosa, dimana saat ini serat selulosa telah diaplikasikan untuk berbagai keperluan lain, misalnya untuk diafragma transduser, kulit buatan, bahan pencampuran kertas, karbon film elektrokonduktif dan lain sebagainya. Untuk mendapatkan material serat yang kuat diperlukan perlakuan khusus, yaitu dengan menambahkan material lain seperti nanofiller  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , dan clay, lalu dipadukan dengan berbagai jenis resin, sehingga material komposit berbahan dasar serat tersebut, memiliki sifat yang lebih kuat dari logam *alloy* dan material *high strength* lainnya.

Dalam penelitian ini telah dilakukan pembuatan serat *nata de coco* dan komposit serat-filler-resin, yang mana variasi nutrisi dan pH yang paling baik adalah variasi dengan konsentrasi gula 2,0% w/v; urea 0,5% w/v dan asam asetat 0,3% v/v (pH 3,8), variasi ini menghasilkan tebal serat basah sekitar 14,57 mm dan massa serat sekitar 595 gram dari 700 ml media air kelapa. Dari karakterisasi dengan menggunakan XRD diketahui bahwa struktur serat *nata de coco* yang dibuat adalah material serat selulosa dengan puncak intensitas utama terletak pada posisi  $2\theta$  di antara  $26^\circ - 26,5^\circ$ . Sedangkan pengujian dengan menggunakan SEM-EDX menunjukkan bahwa nanofiller telah terdistribusi merata di dalam serat. Dan dari uji mekanik dengan menggunakan alat uji kuat tarik (*Ultimate Tensile Strength*) diketahui pula bahwa serat *nata de coco* murni memiliki kuat tarik sebesar 390,39 MPa dan young modulus sekitar 11,198 GPa.

Kata kunci : *acetobacter xylinum*, *nata de coco*, komposit, nanofiller dan resin.

## ABSTRACT

Name : Darmansyah  
Study Program : Chemical Engineering  
Title : Evaluation of Physical and Mechanical Properties of Composite Material Fiber/Resin Based of Nata de coco Fibers with the Addition of Nanofiller

Indonesia is the country that has great potential of natural resources, natural potentials that can be developed is a natural fiber. One of the potential natural fibers that can be developed at this time is nata de coco. Nata de coco is a result of fermentation of coconut water using the bacteria *Acetobacter xylinum*. Fiber contained in the Nata de coco is cellulose, cellulose fibers, where it currently has can be applied to various other purposes such as the diaphragm transducer, artificial leather, paper mixing materials, carbon film electro-conductive and etc. To obtain a strong fiber material required special treatment, namely by adding other materials such as nanoparticles of  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , and clay, then combined with various types of resin, so that the composite fiber materials have properties that are stronger than metal alloy and other material high strength.

In this study has been carried out making nata de coco fiber and composite fiber-resin-filler, in which variations of nutrients and pH is the best concentration variation of sugar 2.0% w/v; urea 0.5% w/v and acetate acid 0.3% v/v (pH 3.8), this variation produces a thick fiber of about 14.57 mm and wet mass fiber of approximately 595 grams for 700 ml medium of coconut water. From the XRD pattern is known that the structure of pure nata de coco fiber is cellulose fiber material with the main peak intensity located 2 $\theta$  positions around  $26^\circ - 26,5^\circ$ . While for the examination by using SEM-EDX is known that the filler material has been distributed uniformly in the fiber. And from mechanical tests using The Ultimate Tensile Strength is shown that pure nata de coco fiber has tensile strength of 390.39 MPa and young modulus around 11,198 GPa.

Keywords: *acetobacter xylinum*, nata de coco, composite, nanofiller and resin.

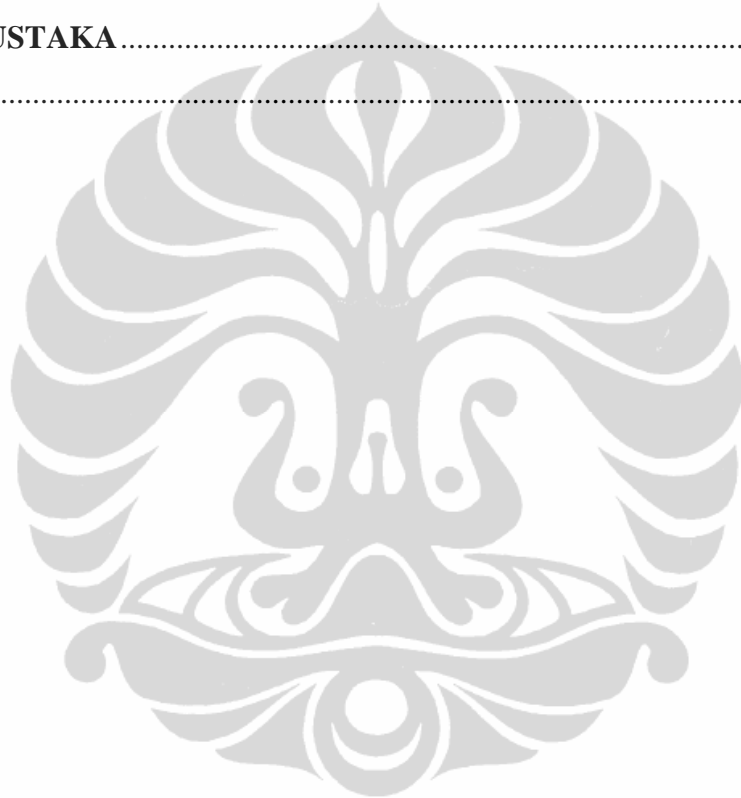


## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG .....	1
1.2. RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.4. BATASAN MASALAH.....	3
1.5. SISTEMATIKA PENELITIAN .....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1. KOMPOSIT .....	5
2.1.1 Komponen Penyusun Komposit.....	6
2.1.2 Orientasi Serat dalam Komposit .....	7
2.1.3 Serat.....	7
2.1.4 Struktur dan Sifat Selulosa Bakteri .....	10
2.1.5 Resin.....	11
2.2. NANOPARTIKEL.....	15
2.2.1 Sifat-sifat Nanopartikel .....	15
2.3. PROSES PABRIKASI KOMPOSIT .....	19
2.3.1 <i>Open Molding Process</i> .....	19
2.3.2 <i>Close Molding Process</i> .....	20

2.4. KARAKTERISASI.....	23
2.4.1 <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i> .....	23
2.4.2 <i>Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive (SEM-EDX)</i> ..	24
2.4.3 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	24
2.4.4 <i>Tensile Test</i> .....	24
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	25
3.1. RANCANGAN PENELITIAN.....	25
3.2. PERALATAN DAN BAHAN.....	26
3.2.1 Bahan Penelitian.....	26
3.2.2 Peralatan Penelitian.....	27
3.3. DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	29
3.4. PROSEDUR PENELITIAN .....	30
3.4.1 Pembuatan <i>Nata de coco</i> .....	30
3.4.2 Pengisian Nanofiller ke dalam Serat <i>Nata de coco</i> .....	32
3.4.3 Pembuatan Lembaran Serat <i>Nata de coco</i> Kering .....	33
3.4.4 Pembuatan Komposit Serat <i>Nata de coco</i> – Resin.....	34
3.4.5 Pengujian Komposit Serat <i>Nata de coco</i> – Resin.....	36
3.4.6 Skematika Prosedur Percobaan .....	37
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	39
4.1. PROSES PEMBUATAN <i>NATA DE COCO</i> .....	39
4.1.1 Hasil Pengamatan Pada Proses Pembuatan <i>Nata de coco</i> .....	41
4.1.2 Analisa Data Statistik.....	43
4.2. UJI <i>SWELLING</i> SERAT <i>NATA DE COCO</i> MURNI .....	45
4.3. UJI <i>TENSILE STRENGTH</i> SERAT MURNI.....	47
4.4. PROSES PEMBUATAN KOMPOSIT SERAT - NANOFILLER .....	49
4.5. HASIL ANALISA XRD.....	51
4.5.1 Hasil Analisa XRD Serat <i>Nata de coco</i> Murni .....	51
4.5.2 Hasil Analisa XRD Komposit Serat – Nanofiller SiO <sub>2</sub> .....	53
4.5.3 Hasil Analisa XRD Komposit Serat – Nanofiller Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	54
4.5.4 Hasil Analisa XRD Komposit Serat – Nanofiller Clay.....	56
4.6. HASIL ANALISA SEM-EDX .....	58
4.6.1 Hasil Analisa SEM-EDX Komposit Serat – Nanofiller SiO <sub>2</sub> .....	58

4.6.2 Hasil Analisa SEM-EDX Komposit Serat – Nanofiller Clay .....	60
4.7. UJI KUAT TARIK MATERIAL KOMPOSIT .....	61
4.7.1 Perbandingan Kuat Tarik Komposit Serat – Nanofiller.....	62
4.7.2 Perbandingan Kuat Tarik Komposit Serat – Resin – Nanofiller...	64
4.8. TARGET PENGEMBANGAN KOMPOSIT.....	68
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	70
5.1. KESIMPULAN .....	70
5.2. SARAN .....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	72
<b>LAMPIRAN</b> .....	77



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Susunan Dasar Pembentukan Komposit Lembaran .....	7
Gambar 2.2. Struktur Kimia Kevlar .....	8
Gambar 2.3. Hasil SEM Permukaan <i>Nata de coco</i> .....	9
Gambar 2.4. Struktur dari Selulosa Bakteri .....	11
Gambar 2.5. Metode <i>Hand Lay Up</i> .....	19
Gambar 2.6. Metode <i>Spray Lay Up</i> .....	20
Gambar 2.7. Metode <i>Pultrusion</i> .....	21
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian .....	29
Gambar 3.2. Diagram Alir Pembuatan <i>Nata de coco</i> .....	31
Gambar 3.3. Partikel Nanofiller Terikat pada Mikrofilbril Serat <i>Nata de coco</i>	32
Gambar 3.4. Diagram Alir Penggabungan Serat dengan Nanofiller .....	33
Gambar 3.5. Susunan Pelat untuk Tekan Dingin .....	35
Gambar 3.6. Susunan Pelat untuk Tekan Panas .....	35
Gambar 3.7. Alat Uji Tarik AG-1S 50 KN AUTOGRAPH .....	36
Gambar 3.8. (a). Alat Uji Tarik, (b). Proses Uji Tarik Serat <i>Nata de Coco</i> ....	37
Gambar 3.9. Alat <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	37
Gambar 4.1. Serat Hidrogel <i>Nata de coco</i> .....	41
Gambar 4.2. Grafik Uji <i>Swelling</i> Serat <i>Nata de coco</i> .....	45
Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Kuat Tarik Antara Serat Murni dan <i>Alloy</i> .	48
Gambar 4.4. Media Air Kelapa yang Telah Diberi Nanofiller $Al_2O_3$ .....	50
Gambar 4.5. Serat <i>Nata de coco</i> .....	50
Gambar 4.6. Hasil Analisa XRD <i>Pure Fiber</i> .....	51
Gambar 4.7. Difraktogram Standar Selulosa Murni .....	52
Gambar 4.8. Hasil Analisa XRD Komposit Serat – Nanofiller $SiO_2$ .....	53
Gambar 4.9. Difraktogram Standar $SiO_2$ .....	53
Gambar 4.10. Hasil Analisa XRD Komposit Serat – Nanofiller $Al_2O_3$ .....	54
Gambar 4.11. Difraktogram Standar $Al_2O_3$ .....	56

Gambar 4.12. Hasil Analisa XRD Komposit Serat – Nanofiller Clay.....	56
Gambar 4.13. Difraktogram Standar Clay .....	57
Gambar 4.14. Hasil SEM-EDX Morfologi Komposit Serat – Nanofiller SiO <sub>2</sub>	58
Gambar 4.15. Hasil Analisa Komposisi SEM-EDX Komposit Serat – SiO <sub>2</sub> ..	59
Gambar 4.16. Hasil SEM-EDX Morfologi Komposit Serat – Nanofiller Clay	60
Gambar 4.17. Hasil Analisa Komposisi SEM-EDX Komposit Serat – Clay ..	61
Gambar 4.18. Grafik Uji Kuat Tarik <i>Neat</i> Serat Terhadap Nanofiller .....	63
Gambar 4.19. Hasil Analisa SEM Serat <i>Nata de coco</i> – Nanofiller Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	64
Gambar 4.20. Grafik Uji Kuat Tarik Komposit Serat – Nanofiller – Resin ...	65
Gambar 4.21. Grafik Uji Kuat Tarik Komposit Serat – Resin – Nanofiller ....	66
Gambar 4.22. Grafik Uji Kuat Tarik Komposit <i>Overall</i> .....	67
Gambar 4.23. Target Pengembangan Material Komposit Serat <i>Nata de coco</i>	69



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pertimbangan Pemilihan Komposit .....	6
Tabel 2.2. Perbandingan Sifat Termoset Resin.....	13
Tabel 2.3. Beberapa Sifat Fisik dan Mekanik SiO <sub>2</sub> .....	16
Tabel 2.4. Sifat Fisik dan Mekanik Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	17
Tabel 2.5. Sifat Fisik Clay Jenis <i>Montmorillonite</i> .....	18
Tabel 3.1. Skematika Prosedur Percobaan Pembuatan <i>Nata de Coco</i> .....	38
Tabel 3.2. Skematika Pembuatan Material Komposit.....	39
Tabel 4.1. Hasil Pengamatan Proses Pembuatan <i>Nata de coco</i> .....	41
Tabel 4.2. Koefisien Regresi Analisa Data .....	44
Tabel 4.3. Hasil Pengamatan Uji <i>Swelling</i> Serat <i>Nata de coco</i> .....	46
Tabel 4.4. Hasil Uji Tarik untuk Serat <i>Nata de coco</i> Murni.....	47
Tabel 4.5. Puncak-puncak Intensitas XRD Serat <i>Nata de coco</i> Murni.....	52
Tabel 4.6. Puncak-puncak Intensitas XRD Komposit Serat – SiO <sub>2</sub> .....	54
Tabel 4.7. Puncak-puncak Intensitas XRD Komposit Serat – Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	55
Tabel 4.8. Puncak-puncak Intensitas XRD Komposit Serat – Clay .....	57
Tabel 4.9. Hasil Uji Kuat Tarik Komposit Serat .....	61