

DOSEN MUDA



LAPORAN KEGIATAN

PROFIL SPEKTRA IR, NMR, DAN BERAT MOLEKUL  
BIO-SELULOSA NATA DE COCO  
PADA BERBAGAI WAKTU POLIMERISASI

Oleh :

Drs. Parsaoran Siahaan, MS  
Dra. Dwi Hudyanti, MSc  
Tri Windarti, SSI

---

Dibiayai Oleh Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi  
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional,  
Nomor : 028/P4T/DPPM/PDM/III/2003 tanggal 28 Maret 2003

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
Nopember, 2003

UPT-PUSTAK-UNDIP

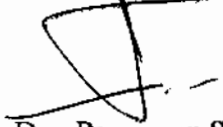
No. Daft.: 157/KI./MIPA/c.1...

Tgl. : 15.11.2004

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR  
HASIL PENELITIAN DOSEN MUDA**

|    |  |   |
|----|--|---|
| 1. | a. Judul Penelitian  | Profil Spektra IR, NMR dan Berat Molekul Bio-Selulosa Nata De Coco pada Berbagai Waktu Polimerisasi.                      |
|    | b. Katagori Penelitian   | I (Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi)   |
| 2. | Ketua Peneliti<br>a. Nama Lengkap dan Gelar<br>b. Jenis Kelamin<br>c. Pangkat / Golongan / NIP<br>d. Jabatan Fungsional<br>e. Fakultas/Jurusan<br>f. Universitas<br>g. Bidang Ilmu yang Diteliti | Drs. Parsaoran Siahaan, MS<br>Laki-laki<br>Pembina / IVA / 131875473<br>Lektor Kepala<br>MIPA/Kimia<br>Diponegoro<br>MIPA |
| 3. | Jumlah Tim Peneliti  | 2 orang   |
| 4. | Lokasi Penelitian  | Lab Penelitian Kimia Fisik Material Jurusan Kimia FMIPA UNDIP   |
| 5. | Kerja sama dengan Instansi Lain<br>a. Nama Instansi<br>b. Alamat   | a. -<br>b. -  |
| 6. | Lama Penelitian  | 8 (delapan) Bulan   |
| 7. | Biaya yang dibelanjakan  | Rp. 6.000.000,-(Enam juta rupiah)   |

Semarang, Nopember 2003  
Ketua Peneliti

  
Drs. Parsaoran Siahaan, MS  
NIP. 131 875 473



Setia Budi, MS.



Menyetujui  
Ketua Lembaga Penelitian

Prof. Dr. Ign. Riwanto, Sp. BD  
NIP. 130 529 454

**PROFIL SPEKTRA IR, NMR, DAN BERAT MOLEKUL  
BIO-SELULOSA NATA DE COCO  
PADA BERBAGAI WAKTU POLIMERISASI**

(Parsaoran Siahaan, Dwi Hudyanti, Tri Windarti, 2003; 22)

**RINGKASAN**

Sifat makroskopik polimer sangat tergantung pada besar dan distribusi berat molekulnya. Selulosa kapas dan kayu biasanya diambil dari tanaman yang sudah tua dan umumnya mempunyai berat molekul antara 300 ribu - 1 juta. Permasalahannya adalah apakah hal ini diperoleh untuk bio-polimerisasi yang hanya berlangsung kurang dari 1 bulan.

Semakin besar dan seragam distribusi berat molekulnya, maka semakin kuat interaksi antar molekul polimer. Berat molekul polimer dan distribusinya dipengaruhi oleh waktu polimerisasi. Semakin besar waktu polimerisasi maka berat molekul semakin besar dan seragam. Permasalahannya adalah apakah berat molekul bio-selulosa lebih kecil dan tidak seragam dengan waktu bio-polimerisasi kurang dari 1 bulan. Bila berat molekul dan distribusinya tidak jauh berbeda dengan selulosa kapas dan kayu, maka waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan selulosa dapat diperpendek.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuktikan apakah pada bio-polimerisasi bio-selulosa dengan waktu reaksi kurang dari 1 bulan, khususnya nata de coco, bahwa struktur molekul, berat molekul dan distribusinya sama atau hampir sama dengan selulosa kapas atau kayu dengan waktu reaksi yang lebih lama.

Penelitian ini dilakukan dalam tahapan sebagai berikut : [1] Pembuatan bio-selulosa nata de coco, [2] Analisa porositas, kekuatan tarik dan kristalinitas, [3] Pembuatan spektra FTIR, FT-NMR dua-dimensi, [4] Analisis data spektra FTIR, FT-NMR dua-dimensi dan berat molekul. Variabel penelitian meliputi : [1] yang dikonstantakan : temperatur reaksi, berat sampel. [2] Variabel berubah : waktu reaksi polimerisasi.

Reaksi bio-polimerisasi limbah air kelapa menjadi bio-selulosa nata de coco sudah optimal pada lama fermentasi 10 hari. Bio-selulosa nata de coco mempunyai sifat kristalin serta berpori dan kuat.

Jurusan Kimia, FMIPA UNDIP, Nomor : 028/P4T/DPPM/PDM/III/2003 tanggal 28 Maret 2003

PROFILE OF IR, NMR SPECTRA AND MOLECULAR WEIGHT  
OF BIO-CELLULOCE "NATA DE COCO"  
AS A FUNCTION OF TIME OF POLYMERIZATION

Parsaoran Siahaan, Dwi Hudyanti, Tri Windarti  
Department of Chemistry  
Faculty of Mathematics and Natural Science, Diponegoro University

**SUMMARY**

The effort to prepare the more pure compounds of cellulose can be done by fermentation of "waste of the coconut water".

The objective of this research is that to compare the physical and chemical properties of cellulose from fermentation of "waste of the coconut water" that can be synthesized less than one month with cellulose from cotton and tree.

There are three steps in this research is that [1] preparation of bio-cellulose "nata de coco", [2] analysis of porosity, mechanical strength, and crystallinity of bio-cellulose "nata de coco", [3] preparation and analysis of NMR spectra.

The result of research shows that the optimally bio-polymerization process is 10 days. The bio-cellulose of "nata de coco" has physical and chemical properties like cellulose from cotton and tree.

## PRAKATA

Sintesa dan analisa bio-selulosa nata merupakan sub-bagian kegiatan penelitian tentang polimer yang sedang dilakukan di kelompok material polimer Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia FMIPA UNDIP. Sub-bagian lain adalah degradasi termal atau pirolisis.

Pemilihan bioselulosa atau selulosa bakterial adalah berdasarkan perkembangan penelitian polimer saat ini dimana berkembang pesat usaha-usaha untuk mencari alternatif lain sumber selulosa. Disamping itu, selulosa ini secara umum juga mempunyai sifat fisik yang lebih unggul dari selulosa non-bakterial. Karena bahan dasar pembuatan bio-selulosa adalah glukosa maka dapat digunakan berbagai macam sumber bahan baku seperti limbah tahu, air cucian beras, air kelapa, dan semua bahan alam lain yang masih mengandung fruktosa. Pada penelitian ini dipilih air kelapa sebagai sumber glukosa, dan saat ini sedang berjalan penelitian dengan jenis sumber glukosa lain diantaranya limbah cair tahu dan limbah cair blimbing.

Sintesa selulosa bakterial relatif mudah sehingga dapat dilakukan dengan peralatan sederhana. Permasalahannya adalah bahwa instrumen yang digunakan untuk analisa polimer sangat mahal. Oleh karena itu kami perlu melakukan beberapa modifikasi dan pendekatan metode penelitian tanpa mengubah terlalu jauh tujuan penelitian. Misalnya profil berat molekul hanya diprediksi dari spektrum IR dan penampakan fisik bioselulosa.

Penelitian ini mudah-mudahan membawa manfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Kami menyadari bahwa pada penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan, untuk itu kami mohon kritik dan saran dari pembaca.

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih kepada tim peneliti termasuk mahasiswa bimbingan tugas akhir. Ucapan terimakasih yang tulus juga kami sampaikan kepada Kepala Laboratorium Kimia Fisik, Dra. WH Rahmanto, MSi dan Dra. Arnelli, MSi, Pimpinan Jurusan Kimia, Dr. Bambang Cahyono, Pimpinan Fakultas MIPA, Drs. Mustafid, MEng, PhD dan Dr. Wahyu Setia Budi, MS, serta Ketua Lemlit, Prof. Dr. dr Ign. Riwanto, Sp. BD, dan Pimpinan Dirjen Dikti.

Ketua Peneliti

## DAFTAR ISI

|   | Halaman |
|---|---------|
| LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN.....    | ii      |
| RINGKASAN DAN SUMMARY.....              | iii     |
| PRAKATA.....                            | v       |
| DAFTAR ISI.....                         | vi      |
| DAFTAR TABEL.....                       | vii     |
| DAFTAR GAMBAR.....                      | viii    |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                    | ix      |
| I. PENDAHULUAN.....                     | 1       |
| II. TINJAUAN PUSTAKA.....               | 4       |
| III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN..... | 7       |
| IV. METODE PENELITIAN.....              | 8       |
| V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....            | 11      |
| VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....           | 22      |
| DAFTAR PUSTAKA.....                     | 23      |
| LAMPIRAN.....                           | 24      |

## DAFTAR TABEL

|   | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 5.1 : Bioselulosa sebelum pengeringan dan setelah pengeringan ..... | 11      |
| Tabel 5.2 : Kadar gula reaksi pada saat hari fermentasi .....             | 13      |

## DAFTAR GAMBAR

|   | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 5.1 : Grafik hubungan berat kering terhadap lama fermentasi .....  | 12      |
| Gambar 5.2 : Grafik hubungan kadar gula reduksi terhadap lama fermentasi .....                                    | 13      |
| Gambar 5.3 : Air kelapa dan lembaran bioselulosa .....  | 13      |
| Gambar 5.4 : Bio-selulosa sebelum dan setelah perlakuan dengan NaOH.....  | 14      |
| Gambar 5.5 : Profil spektra IR bio-selulosa pada berbagai waktu polimerisasi .....                                | 17      |
| Gambar 5.6 : Spektra IR glukosa.....  | 18      |
| Gambar 5.7 : Profil spektra $^1\text{H-NMR}$ bio-selulosa hasil fermentasi 10 hari.....                           | 19      |
| Gambar 5.8 : Profil spektra $^{13}\text{C-NMR}$ bio-selulosa hasil fermentasi 10 hari .....                       | 19      |
| Gambar 5.9 : Grafik porositas bio-selulosa <i>nata de coco</i> .....  | 20      |
| Gambar 5.10 : Kekuatan tarik bio-selulosa <i>nata de coco</i> .....   | 20      |
| Gambar 5.11 : Difraktogram bio-selulosa <i>nata de coco</i> sebelum (a) dan setelah perlakuan NaOH (b dan C)..... | 21      |



## DAFTAR LAMPIRAN

|  | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 1 : Data personalia tenaga peneliti dan kualifikasinya..... | 25      |
| Lampiran 2 : Daftar riwayat hidup ketua peneliti.....                | 26      |

## **BAB I PENDAHULUAN**

Selulosa adalah salah satu jenis polimer yang sangat diperlukan dalam kehidupan manusia. Plastik, kertas, tekstil, kardus, bahan-bahan konstruksi adalah sebagian dari penggunaan selulosa.<sup>(1)</sup>

Sumber utama selulosa adalah kapas dan kayu. Selulosa dapat diambil atau dipanen setelah penanaman yang cukup lama. Selulosa dari kedua tanaman ini tidak dapat langsung digunakan tetapi harus melalui pemurnian. Kedua jenis tanaman ini masih menjadi sumber utama meskipun harus menyediakan lahan yang luas serta menanggung resiko dari limbah yang ditimbulkannya.<sup>(1)</sup>

Selain dari kedua sumber di atas, saat ini selulosa dari proses mikrobial glukosa telah mulai dikembangkan. Untuk membedakannya dari selulosa kapas dan kayu namanya disebut bio-selulosa. Bio-selulosa sangat murni dan penggunaannya lebih luas. Selain penggunaannya yang umum, bio-selulosa banyak digunakan sebagai makanan, bidang kesehatan seperti kulit buatan, kosmetik, lingkungan, petroleum, hingga bidang otomotif dan pesawat terbang.<sup>(1,2,3)</sup>

Namun demikian, sifat-sifat bahan jadi dari bio-selulosa atau turunannya, tidak akan optimal tanpa dukungan dari proses pembuatan selulosanya. Struktur internal dan distribusi berat molekul polimer sangat menentukan sifat selulosa dan bahan jadinya. Metode pembuatan bio-selulosa ini telah banyak dikembangkan, tetapi belum banyak meneliti tentang struktur internal, kinetika dan mekanisme molekularnya. Penelitian lebih banyak diarahkan pada aspek kinetika dan mekanisme bio-sintesisnya.<sup>(3)</sup>

Bahan jadi dari bio-selulosa harus ditambah aditif untuk memberi sifat tambahan yang tidak dimiliki oleh bio-selulosa. Misalnya sifat fotodegradasi dan sifat fotostabilisasi. Kesesuaian antara struktur internal molekul bio-selulosa dan aditif menjadi faktor penting untuk memberi sifat tambahan pada bahan jadi bio-selulosa. Penelitian tentang aditif ini juga berkembang pesat. Namun demikian, penelitian tentang aditif harus tetap dilakukan untuk setiap selulosa karena struktur internal, distribusi berat molekul, dan interaksi antar molekul selulosa berbeda sesuai dengan proses pembuatan dan sumber selulosanya.<sup>(4,5)</sup>

Penelitian pembuatan bio-selulosa sudah banyak dilakukan di Indonesia, tetapi masih terbatas pada penyediaan sebagai sumber makanan. Karena bahan dasarnya adalah glukosa, maka bahan yang mengandung glukosa seperti air kelapa dan air buangan industri tahu dapat dimanfaatkan. Di Indonesia telah dikenal apa yang disebut dengan nata de coco dan nata de soya.<sup>(6,7)</sup> Penelitian harus lebih diarahkan pada penyediaan bio-selulosa dengan pemanfaatan yang lebih luas. Parsaoran, dkk., saat ini sedang meneliti sifat biodegradasi dan fotodegradasi bio-selulosa tetapi belum pada analisis struktur internal dan distribusi berat molekulnya.

Berkaitan dengan optimalisasi sifat bio-selulosa, Parsaoran, dkk.<sup>(8,9)</sup> telah melakukan penelitian fotodegradasi, biodegradasi, dan kombinasi foto-biodegradasi dengan jenis polimer seperti PVC, PET, dan selulosa kapas dan kayu serta aditif  $\text{FeCl}_3$ , benzophenon dan kitin.

Karena manfaat bio-selulosa yang sangat besar, maka selain penelitian tentang aspek bio-sintesisnya, perlu dilakukan penelitian dari aspek kimianya. Untuk itulah kami ingin mengetahui *Profil spektra IR dan NMR serta Berat Molekul Bio-selulosa*. Hasil penelitian ini dapat digunakan menjelaskan hasil penelitian yang sedang dilakukan yaitu penentuan tingkat biodegradasi dan fotodegradasi bio-selulosa nata de coco.

Sifat makroskopik polimer sangat tergantung pada besar dan distribusi berat molekulnya. Bio-selulosa adalah polimer dengan satuan unit ulang atau monomer D-glukosa dengan ikatan  $\beta$ -1,4. Selulosa kapas dan kayu biasanya diambil dari tanaman yang sudah tua dan umumnya mempunyai berat molekul antara 300 ribu - 1 juta. Permasalahannya adalah apakah hal ini diperoleh untuk bio-polimerisasi yang hanya berlangsung kurang dari 1 bulan.

Semakin besar dan seragam distribusi berat molekulnya, maka semakin kuat interaksi antar molekul polimer. Berat molekul polimer dan distribusinya dipengaruhi oleh waktu polimerisasi. Semakin besar waktu polimerisasi maka berat molekul semakin besar dan seragam. Permasalahannya adalah apakah berat molekul bio-selulosa lebih kecil dan tidak seragam dengan waktu bio-polimerisasi kurang dari 1 bulan. Bila berat molekul dan distribusinya tidak jauh berbeda dengan selulosa kapas dan kayu, maka waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan selulosa dapat diperpendek. Bila sebaliknya, maka perlu dikembangkan cara meningkatkan berat molekul dan keseragaman distribusinya.