

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN SELULOSA ASETAT  
DARI AIR KELAPA UNTUK APLIKASI BATERAI ION LITHIUM**

**SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF CELLULOSE ACETATE  
MEMBRANE FROM COCONUT WATER FOR ION LITHIUM  
BATTERY APPLICATION**

**Inang Sekar Pawestri & Marfuatun**

*Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta*

*e-mail : afu\_djalil@yahoo.com*

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode pendopingan dan pengaruh konsentrasi LiCl terhadap nilai konduktivitas dan karakter membran selulosa asetat ditinjau dari gugus fungsi, sifat mekanik, serta foto permukaannya.

Fermentasi dari air kelapa menggunakan *Acetobacter xylinum* menghasilkan selulosa *Nata de Coco*. Sintesis selulosa asetat menggunakan asam asetat anhidrida dan katalis asam sulfat pekat. Selulosa asetat didoping dengan 10%, 20%, 30%, 35%, 40%, dan 45% LiCl dan dicetak sebagai membran polimer elektrolit selulosa asetat. Pendopingan LiCl dilakukan dengan dua metode tiap variasi konsentrasinya, yaitu *blending* dan *coating*. Nilai konduktivitas membran selulosa asetat hasil pendopingan didapatkan dari I-V meter Elkahfi 100. Sifat mekanik dianalisis menggunakan *Tensile Strength Tester*, foto permukaan menggunakan mikroskop optik, dan untuk analisis gugus fungsi menggunakan FTIR-ATR.

Semakin tinggi konsentrasi pendopingan LiCl, konduktivitas kedua jenis metode pendopingan dari membran selulosa asetat semakin meningkat dan optimum pada konsentrasi 35% (*blending*) dan 45% (*coating*). Sifat mekanik kedua jenis membran yang dihasilkan rapuh. Foto permukaan membran *blending* lebih homogen daripada membran *coating*.

**Kata kunci:** air kelapa, selulosa asetat, membran selulosa asetat, polimer elektrolit, baterai ion lithium

**Abstract**

The aims of this research are to know the effect of doping method and the effect of LiCl concentrate on conductivity membranes. The character cellulose acetate membrane was observed

by the functional group, mechanical properties, and the surface of membrane.

The fermentation of coconut water used *Acetobacter xylinum* resulted bacterial cellulose. Synthesis of cellulose acetate using anhydride acetate acid and the concentrated sulfuric acid as a catalyst. Acetate cellulose was doped with 10%, 20%, 30%, 35%, 40% and 45% LiCl and casted to become electrolyte polymer membrane. The doping method that used were blending and coating method. The conductivity membrane was observed by I-V meters Elkahfi 100. Mechanical properties of membrane was analyzed by Tensile Strength Tester, Surface photos by optic microscopes, and the functional groups by FTIR-ATR.

The higher concentrate of LiCl was doped, the conductivity membrane tend to increase. The optimum conductivity was obtained in 35% for blending and 45% for coating. The resulted membranes was brittle. The surface of membranes more homogenous blended than coated membranes.

**Key words:** coconut water, cellulose acetate, cellulose acetate membrane, electrolyte polymer, ion lithium battery.

## PENDAHULUAN

Kemajuan pesat teknologi menyebabkan peningkatan kebutuhan baterai, salah satunya baterai ion lithium. Baterai ini memiliki cairan elektrolit yang mudah terbakar bila mengalami kebocoran elektrolit dan logam lithium dalam baterai akan bereaksi dengan air, sehingga memproduksi gas hidrogen yang eksplosif. Masalah lain yang dapat ditimbulkan adalah semakin meningkatnya material beracun dan berbahaya di lingkungan akibat pembuangan limbah baterai tersebut.

Air kelapa yang mengandung sejumlah zat gizi, yaitu protein,

lemak, gula, berbagai vitamin, asam amino, dan hormon pertumbuhan [1], oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dapat diolah menjadi selulosa bakteri *Nata de Coco* [2]. Pemanfaatan selulosa bakteri sebagai sumber selulosa pada pembuatan membran selulosa asetat merupakan alternatif untuk mendapatkan bahan baku pembuatan membran, dan lebih ekonomis dibandingkan bahan polimer impor. Selulosa dapat diasetilasi menggunakan asam asetat anhidrida dengan katalis asam sulfat menghasilkan selulosa asetat yang banyak digunakan salah satunya untuk pembuatan membran polimer

elektrolit [3]. Selulosa asetat memiliki karakteristik fisik dan optik yang baik, dan kemudahan dalam pemrosesan lebih lanjut [4].

Pada penelitian ini, selulosa asetat diberikan pendopongan garam lithium dengan metode pencampuran (*blending*) dan pelapisan (*coating*) pada berbagai konsentrasi, dibentuk menjadi membran polimer elektrolit menggunakan teknik presipitasi imersi sebagai pengganti larutan elektrolit baterai. Adanya variasi metode dan konsentrasi pendopongan garam lithium diharapkan dapat memberikan nilai konduktivitas serta karakteristik yang berbeda-beda.

#### **METODE PENELITIAN**

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer Perkin Elmer FTIR, *Tensile Strength Tester*, Mikroskop Optis Nikon, I-V meter Elkahfi 100. Bahan yang digunakan antara lain: air kelapa, *Acetobacter xylinum*, asam asetat glasial, asam asetat anhidrida, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> teknis, Sukrosa, MgSO<sub>4</sub> (garam inggris), LiCl, polietilen glikol (PEG) BM 1000, aseton, dan akuades.

#### **Isolasi selulosa *Nata De Coco***

Air kelapa disaring dan dididihkan. Ditambahkan sukrosa dan amonium sulfat teknis, MgSO<sub>4</sub> dan asam asetat glasial. Larutan didinginkan dan ditambah *Acetobacter xylinum* kemudian difermentasi selama 7 hari.

#### **Sintesis selulosa asetat**

Serbuk selulosa 10 gram ditambahkan 50mL asam asetat glasial diaduk 1 jam. Larutan ditambah 0,1 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan 20 mL asam asetat glasial, diaduk 45 menit. Kemudian selulosa dan 27 mL asam asetat anhidrida didinginkan hingga suhu 18°C dan 15 °C. Keduanya dicampur dengan ditambah 1 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan 10 mL asam asetat glasial, diaduk 20 jam pada suhu ruang. Larutan ditambah 30 mL asam asetat glasial 67%, diaduk 20 jam. Campuran dituangkan dalam air es hingga terbentuk endapan putih, disaring dan dikeringkan.

#### **Pendopongan Lithium Klorida**

Larutan polimer atau larutan dope dibuat dengan melarutkan selulosa asetat ke dalam pelarut aseton dengan perbandingan 1:6. 30% pemlastis PEG ditambahkan ke dalam campuran. Pada pendopongan

*blending*, garam lithium klorida yang telah dilarutkan dalam akuades pada berbagai variasi konsentrasi ditambahkan ke dalam campuran. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan *hotplate stirrer* selama 24 jam pada suhu ruang dan 30 menit pada suhu 60°C. Pencetakan membran dilakukan dengan cara menuangkan larutan dope pada cetakan teflon dan diuapkan hingga hampir kering. Kemudian cetakan dimasukkan ke dalam bak koagulasi berisi air. Perendaman berlangsung pada suhu kamar sampai membran selulosa asetat berwarna putih terlepas dari cetakan dan selanjutnya dikeringkan pada suhu ruangan. Kemudian proses pendopingan *coating* dilakukan dengan cara melapisi larutan lithium klorida berbagai variasi pada membran selulosa asetat yang telah kering.

## HASIL DAN DISKUSI

Sintesis selulosa asetat melalui tiga tahap, yakni aktivasi selulosa, asetilasi, dan hidrolisis. Aktivasi selulosa menggunakan asam asetat glasial bertujuan untuk menarik air yang masih tersisa di dalam selulosa dan menyebabkan *swelling*

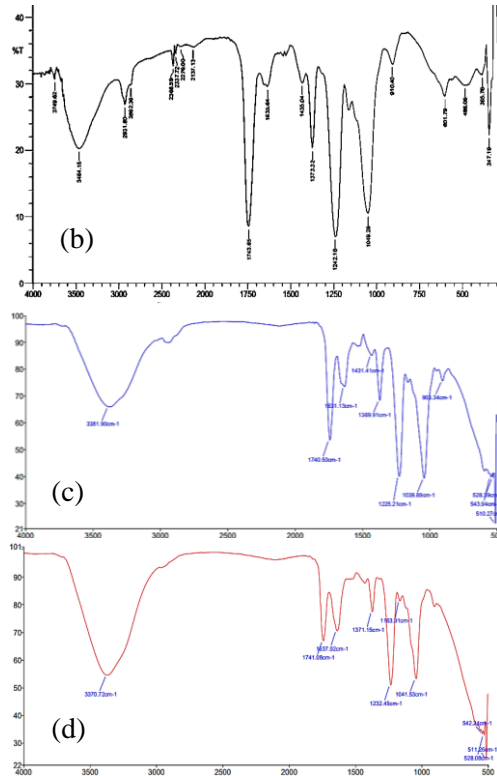
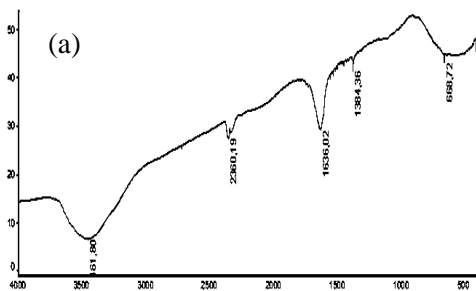
pada serat-serat selulosa, agar memperluas permukaan selulosa sehingga dapat membantu peningkatan reaktivitas selulosa terhadap reaksi asetilasi [5].

Asetilasi dilakukan dengan mereaksikan selulosa teraktivasi dengan asam asetat anhidrida dan asam sulfat pekat sebagai katalis. Reaksi berjalan selama 20 jam dengan pengadukan pada suhu ruang agar tidak terjadi depolimerisasi rantai selulosa. Dalam hal ini asam asetat anhidrida menyumbangkan gugus asetilnya ( $\text{CH}_3\text{CO}-$ ) untuk menggantikan gugus  $-\text{OH}$  selulosa.

Tahap terakhir, hidrolisis dilakukan dengan penambahan asam asetat 67%. Air yang terkandung dalam larutan asam asetat berguna untuk menguraikan asam asetat anhidrida sisa proses asetilasi untuk diubah menjadi asam asetat.

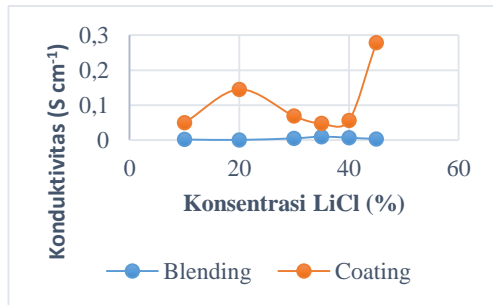
Selulosa asetat hasil sintesis dengan kadar asetil 36,68%, merupakan jenis selulosa diasetat dan pelarut yang cocok adalah aseton. Berdasarkan Gambar 1. Selulosa memiliki gugus  $-\text{OH}$  *stretching* ikatan hidrogen dari selulosa pada daerah 3461,80  $\text{cm}^{-1}$ , vibrasi

*stretching* hidrasi H<sub>2</sub>O pada daerah 1636,02 cm<sup>-1</sup>, ikatan C-C *stretching* dan ikatan C-H *bending* selulosa pada masing-masing daerah 2360,19 cm<sup>-1</sup> dan 1384,36 cm<sup>-1</sup>. Pada spektrum sintesis selulosa asetat muncul puncak-puncak baru, antara lain puncak vibrasi daerah 1743,65 cm<sup>-1</sup> menunjukkan vibrasi *stretching* gugus karbonil (C=O) ester dari asetil, daerah 1242,16 cm<sup>-1</sup> menandakan vibrasi *stretching* serapan dari ikatan C-O asetil, daerah 1049,28 cm<sup>-1</sup> merupakan vibrasi *stretching* dari ikatan C-O-C β-1,4-glikosidik. Pendopongan lithium klorida memberikan puncak baru dalam spektrum, yaitu munculnya puncak vibrasi ikatan Li pada daerah 543,94 cm<sup>-1</sup> untuk *blending* dan 542,24 cm<sup>-1</sup> untuk *coating*.



Gambar 1. Spektra FTIR (a) Selulosa, (b) Selulosa Asetat, Membran Selulosa Asetat Pendopongan (c) *blending* dan (d) *coating*.

Menurut Gambar 2, membran selulosa asetat pendopongan LiCl pada *blending*, menunjukkan semakin besar konsentrasi LiCl, semakin tinggi nilai konduktivitasnya dan akan menurun setelah tercapai nilai konduktivitas yang optimum. Nilai konduktivitas optimum pada membran selulosa asetat doping *blending* dimiliki oleh membran selulosa asetat konsentrasi LiCl 35% yaitu  $9,653 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ .



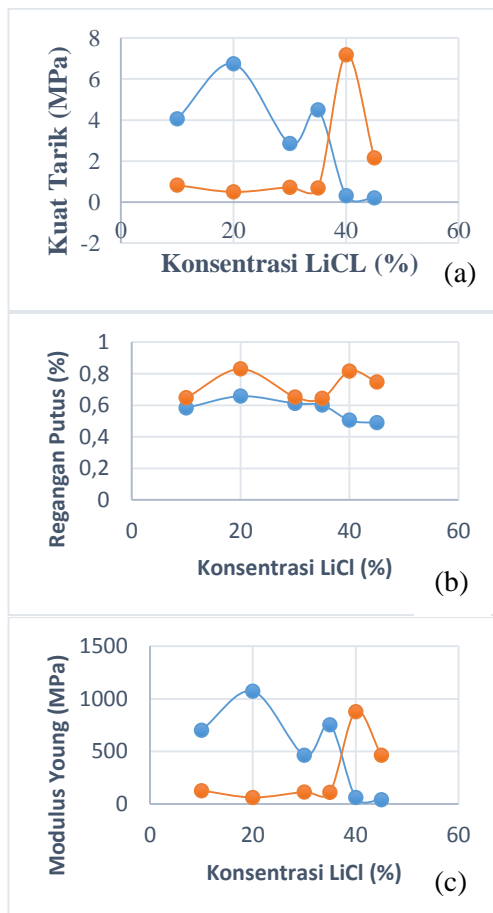
Gambar 2. Grafik Hubungan Konsentrasi LiCl Terhadap Konduktivitas Membran Selulosa Asetat Pendopongan *Blending* dan *Coating*

Berbeda halnya dengan nilai konduktivitas membran selulosa asetat pendopongan metode *coating* fluktuatif terhadap konsentrasi pendopongan LiCl yang diberikan. Nilai konduktivitasnya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan metode *blending*, karena lithium klorida hanya menempel pada permukaan membran selulosa asetat sehingga arus yang mengalir hanya di permukaan membran saja. Membran selulosa asetat dopingan metode *coating* dengan nilai konduktivitas optimum dimiliki oleh membran selulosa asetat konsentrasi LiCl 45% yakni sebesar 0,278 S cm<sup>-1</sup>.

Berdasarkan Gambar 3, membran selulosa asetat pendopongan metode *blending* nilai kuat tarik, regangan putus, dan modulus *Young*

membran selulosa asetat pada pendopongan metode pencampuran (*blending*) cenderung menurun seiring bertambahnya konsentrasi LiCl. Nilai modulus *Young* tertinggi dicapai oleh membran selulosa asetat konsentrasi LiCl 20%, yaitu sebesar 1071,305 MPa. Nilai kuat tarik maksimum terjadi pada membran selulosa asetat dengan konsentrasi doping LiCl 20%, sebesar 6,749 MPa. Nilai regangan putus paling tinggi terletak pada membran selulosa asetat dengan dopingan konsentrasi paling besar yaitu 20%, sebesar 0,658%.

Nilai kuat tarik membran selulosa asetat metode *coating* cenderung sama pada konsentrasi 10% sampai 35% dan mengalami peningkatan sangat drastis pada konsentrasi LiCl 40%. Nilai kuat tarik tertinggi sebesar 7,178 MPa. Nilai regangan putus cenderung meningkat dengan semakin bertambahnya konsentrasi dopingan LiCl dan nilai paling tinggi terletak pada membran selulosa asetat dengan dopingan LiCl 20%, yakni sebesar 0,830%. Nilai modulus *Young* tertinggi sebesar 878,908 MPa dicapai oleh membran selulosa asetat konsentrasi LiCl 40%.

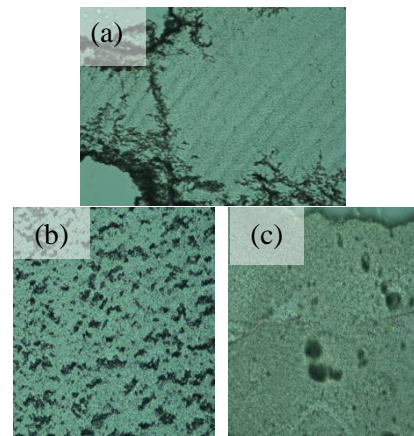


Gambar 15. Grafik Sifat Mekanik Membran Selulosa Asetat Pendopongan (a) Kuat Tarik, (b) Regangan Putus, dan (c) Modulus Young.

Salah satu persyaratan membran polimer elektrolit adalah mempunyai kekuatan mekanik yang cukup tinggi untuk menahan tekanan antara katoda dan anoda [6]. Berdasarkan hasil analisis sifat mekanik, membran selulosa asetat yang dihasilkan dalam penelitian ini masih bersifat *brittle*, sehingga masih

kurang baik untuk dijadikan membran polimer elektrolit.

Membran selulosa asetat dopingan *blending* menghasilkan membran berongga, struktur yang kasar dan permukaan yang tidak rata, sedangkan pada dopingan *coating* dihasilkan membran dengan rongga yang lebih rapat. Membran selulosa asetat dengan semakin meningkatnya konsentrasi pendopongan LiCl yang diberikan, semakin banyak timbul noda-noda hitam dan gumpalan-gumpalan hitam dari garam lithium klorida.



Gambar 12. Foto Permukaan Membran Selulosa Asetat (a) Tanpa Pendopongan, (b) Pendopongan *Blending* 35%, dan (c) Pendopongan *Coating* 35%

Penyebaran lithium klorida dalam membran selulosa asetat pada konduktivitas optimum menghasilkan membran dopingan yang lebih

homogen dengan kondisi permukaan lebih rata dan halus. Sebaran lithium klorida pada membran selulosa asetat pendopongan *blending* konsentrasi LiCl 45% hampir seluruhnya diselimuti oleh garam lithium klorida, sehingga mobilitas ion dalam membran berkurang mengakibatkan ion  $\text{Li}^+$  sulit bermigrasi menghantarkan arus. Oleh karena itu nilai konduktivitas membran selulosa asetat tersebut menjadi rendah.

#### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi pendopongan garam lithium klorida memberikan nilai konduktivitas yang semakin meningkat. Nilai konduktivitas membran selulosa asetat optimum pada konsentrasi pendopongan *blending* 35% LiCl dan pendopongan *coating* 45% LiCl, yaitu masing-masing sebesar  $9,653 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$  dan  $2,78 \times 10^{-1} \text{ S cm}^{-1}$ .

#### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Marfuatun, M.Si atas bimbingan, saran, bantuan, dan masukan selama penelitian.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Wahyudi. (2003). *Memproduksi Nata de Coco*. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional. Hal: 1.
- [2] Saragih. (2004). *Membuat Nata de Coco*. Jakarta : Puspa Swara. Hal: 17.
- [3] Mitchelland, R. L and Daul, G. C. (1951). *Rayon* in EPST. 1<sup>st</sup> ed. ITT Rayonier, Inc. 11:810–847.
- [4] Kiyose. (1998). U.S. Patent No. 5990304.
- [5] Lindu, Muhammad., Puspitasari, Tita., dan Ismi, Erna. (2010). Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Asetat dari Nata De Coco sebagai Bahan Baku Membran Ultrafiltrasi. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 12(1): 17 – 23.
- [6] Marfuatun. (2011). Membran Elektrolit untuk Aplikasi Baterai Ion Lithium. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, FMIPA*. Yogyakarta: UNY. Hal: K183-K188.



Artikel ini telah disetujui untuk  
diterbitkan oleh Pembimbing I  
pada tanggal Januari 2016



Marfuatun, M.Si  
NIP. 19840406 200604 2 001

Artikel ini telah direview oleh  
Penguji Utama  
pada tanggal Januari 2016



Prof. Dr. Endang Widjajanti LFX.  
NIP. 19621203 198601 2 001