

**PEMBUATAN MEMBRAN  
FOTOKATALITIK DARI SELULOSA  
DIASETAT SERBUK GERGAJI KAYU  
JATI (*TECTONA GRANDIS* L.F.) DAN  
TiO<sub>2</sub> UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH  
BAKU AIR PDAM**

Development of photocatalytic membrane  
from diacetate cellulose of totona grandis l.f.  
And tio<sub>2</sub> wood saws for processing tape  
water raw waste

Fitriyatin Najiyah\*)

\*) *Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan  
(STIKes) Ngudia Husada Madura*

## ABSTRACT

Membrane technology is growing rapidly because of its superiority and has been widely applied in various industries. The waste of teak sawdust is increasing as the furniture industry develops, but its utilization is not optimal. The purpose of this study was to determine the effect of the addition of TiO<sub>2</sub> on the mechanical properties and performance of photocatalytic membranes from cellulose diacetate teak sawdust for processing PDAM water raw materials. Cellulose isolation from teak sawdust was carried out by adding NaOH 17.5% (b / v) and continued with cellulose bleaching process. Cellulose teak sawdust was synthesized into cellulose diacetate by acetylation method. Membrane production is done by phase inversion method with variations in the composition of TiO<sub>2</sub> 0.25%, 0.5%, 0.75% and 1% and also variations in evaporation time 20 seconds, 25 seconds, 30 seconds and 35 seconds. The photocytic membrane of cellulose diacetate from teak sawdust and TiO<sub>2</sub> produced was characterized by thickness test, mechanical properties and performance. Photocatalytic membranes with optimum conditions are characterized by SEM (Scanning Electron Microscopy), FT-IR (Fourier Transform InfraRed) and antibacterial effectiveness. The optimum composition of the photocatalytic membrane is 16% cellulose diacetate, 4% formamide, acetone 79% and 1% TiO<sub>2</sub> with 30 seconds evaporation time. The mechanical properties obtained were stress 1562,50000 kN / m<sup>2</sup>, strains 0.01 m / m and Young Modulus 141593,4835 kN / m<sup>2</sup>. The membrane has an average thickness of 0.04 mm, a flux value of 683.10 L.m<sup>2</sup>.hari-1, a rejection value of 97.74% and an antibacterial effectiveness of 99.57%.

**Keywords:** Teak sawdust, cellulose diacetate, photocatalytic membrane, TiO<sub>2</sub>, evaporation time.

Correspondence : Fitriyatin Najiyah, Jl. R.E. Martadinata Bangkalan, Indonesia.

## PENDAHULUAN

Kayu jati dikenal sebagai kayu yang memiliki kualitas tinggi dan tahan lama karena struktur serat yang padat dan kuat pada batangnya

(Siregar, 2005). Berdasarkan keunggulan tersebut, kayu jati dapat digolongkan sebagai kayu mewah sehingga banyak digunakan dalam pembuatan berbagai konstruksi, industri furniture, kerajinan dan lain-

lain (Suryana, 2001). Kandungan selulosa pada serbuk gergaji kayu jati sebesar 46,5% (Suryana, 2001). Oleh karena itu, dengan kandungan selulosanya maka serbuk gergaji kayu jati dapat digunakan sebagai bahan alternatif material membran.

Membran adalah lapisan penghalang yang dapat memisahkan suatu zat dengan zat lainnya dan bersifat spesifik sehingga hanya molekul dengan ukuran tertentu saja yang dapat melewatinya, sedangkan molekul dengan ukuran yang lain tertahan diatas permukaan membran. Secara khusus, pengembangan teknologi membran dapat dilihat dalam pengolahan air. Membran yang sesuai untuk proses pengolahan air adalah membran mikrofiltrasi. Hal ini karena ukuran pori yang dimiliki membran mikrofiltrasi yaitu 0,1-10  $\mu$  m dan kemampuannya dalam memisahkan partikel koloid, suspensi dan mikroorganisme (Drioli, *et al*, 2009 dan LeChevallier, *et al*, 2004).

Titanium dioksida telah digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik dan kinerja membran selulosa diasetat dari ampas tebu (Febriana, 2010).  $TiO_2$  bersifat fotokatalis dan memiliki kemampuan mendegradasi mikroorganisme dalam konsentrasi yang sangat kecil tanpa menghasilkan produk samping yang berbahaya sehingga banyak dikembangkan dalam proses desinfeksi mikroorganisme misalnya dalam industri pengolahan air (Kabir, dkk., 2003 dan Zhang, 2007).

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni tahun 2018 di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga

### **Isolasi selulosa serbuk gergaji kayu jati**

Serbuk gergaji kayu jati di ayak dengan ayakan berukuran 50 mesh sehingga diperoleh serbuk gergaji kayu jati yang halus. Sebanyak 20 gram serbuk gergaji kayu jati yang lolos dari ayakan direndam dalam  $Ca(OH)_2$  2,5% (b/v) 200 mL selama tiga hari. Kemudian serbuk gergaji kayu jati

dicuci dengan akuades hingga bebas dari basa. Selanjutnya serbuk gergaji kayu jati dicuci dan di refluks selama 4 jam menggunakan 300 mL larutan NaOH 17,5% (b/v). Setelah dingin, serbuk gergaji kayu jati dicuci dengan akuades sampai bebas basa kemudian dikeringkan dalam oven selama 1 hari dengan suhu 60°C.

### **Pemutihan selulosa serbuk gergaji kayu jati**

Sebanyak 10 gram serbuk gergaji kayu jati yang telah direfluks dimasukkan kedalam gelas beaker yang berisi 88 mL akuades yang telah dipanaskan sampai 60°C. Pulp ini kemudian diaduk sampai menjadi bubur. Setelah suhunya mencapai suhu kamar kemudian tambahkan NaOCl 10% (v/v) 100 mL. Campuran ini kemudian diaduk dan dibiarkan selama 15 jam. Setelah selesai, dicuci dengan akuades sampai bebas basa. Campuran ini kemudian direndam dengan NaOH 2% (b/v) sambil diaduk dan dibiarkan selama 30 menit. Kemudian dicuci dengan akuades sampai bebas basa. Serbuk gergaji kayu jati yang telah diputihkan ini kemudian dikeringkan di udara terbuka.

### **Sintesis selulosa diasetat dari serbuk gergaji kayu jati**

Sebanyak 10 gram pulp serbuk gergaji kayu jati yang telah di putihkan ditambahkan asetat glasial 24 mL sambil diaduk menggunakan *shaker* pada suhu 40°C selama 1 jam. Setelah 1 jam ditambahkan campuran asam sulfat pekat 0,5 mL dan asam asetat glasial 60 mL, dan diaduk lagi selama 45 menit pada suhu yang sama. Kemudian campuran didinginkan sampai mencapai suhu 18°C dan ditambahkan anhidrida asetat sebanyak 27 mL yang sudah didinginkan sampai pada suhu 15°C. Selanjutnya campuran diaduk menggunakan *shaker* pada suhu 40°C selama 2 jam. Kemudian ditambahkan asam asetat 67% (v/v) tetes demi tetes selama 2 jam pada temperatur 40°C dan diaduk kembali dengan waktu hidrolisis 15 jam pada suhu kamar. Larutan yang dihasilkan

kemudian diendapkan dengan menambahkan akuades setetes demi setetes dan diaduk hingga diperoleh endapan yang berbentuk serbuk. Endapan disaring dan dicuci sampai netral. Endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 60-70 °C lalu disimpan dalam desikator.

### **Pembuatan membrane fotokatalitik dari selulosa diasetat serbuk gergaji kayu jati dan TiO<sub>2</sub>**

Selulosa diasetat hasil sintesis dan aseton dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer bertutup dan diaduk dengan pengaduk magnetik hingga larut sempurna. Kemudian ditambahkan formamida dan diaduk kurang lebih selama 6 jam hingga larutan homogen. Kemudian campuran tersebut ditambahkan TiO<sub>2</sub> dan diaduk kembali hingga terbentuk larutan yang homogen, lalu didiamkan selama 1 malam agar larutan bebas dari gelembung udara.

Larutan yang telah bebas dari gelembung udara dibuat membran dengan metode inversi fasa. Langkah awal ialah dengan menuangkan larutan dope di atas pelat kaca yang bagian tepinya telah diberi selotip, kemudian untuk membentuk dan meratakan permukaan membran, digunakan silinder *stainless steel* yang digerakkan satu arah sehingga terbentuk lapisan tipis membran. Kemudian dibiarkan hingga terjadi proses penguapan dengan variasi waktu penguapan 20, 25, 30 dan 35 detik, lalu pelat kaca dimasukkan ke dalam bak koagulasi dengan suhu koagulan 2°C. Membran yang telah berhasil dicetak, disimpan dalam air dingin selama 1 hari kemudian dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan sisa-sisa pelarut.

### **Karakterisasi membrane fotokatalitik membran selulosa diasetat dari serbuk gergaji kayu jati dan TiO<sub>2</sub>**

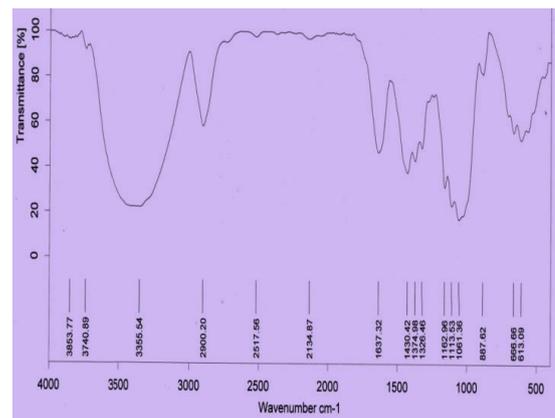
Membran fotokatalitik selulosa diasetat dari serbuk gergaji kayu jati dan TiO<sub>2</sub> yang dihasilkan dikarakterisasi dengan uji ketebalan,

sifat mekanik dan kinerja. Membran fotokatalitik dengan kondisi optimum dikarakterisasi dengan SEM (*Scanning Electron Microscopy*), FT-IR (*Fourier Transform InfraRed*) dan efektivitas antibakteri dengan perhitungan jumlah bakteri total.

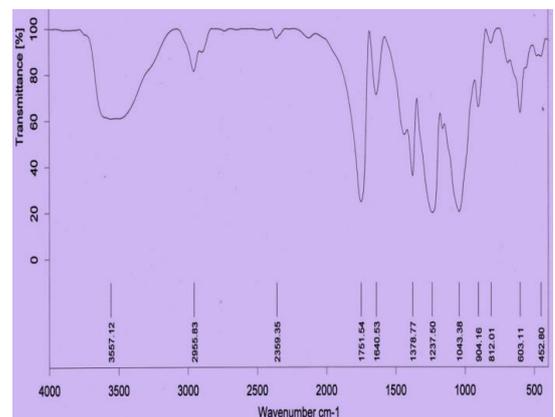
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Sintesis Selulosa Diasetat Serbuk Gergaji Kayu Jati**

#### **Gambar Spektrum FT-IR Selulosa Serbuk Gergaji Kayu Jati**



#### **Gambar Spektrum FT-IR Selulosa Diasetat Serbuk Gergaji Kayu Jati**



Pada kedua gambar diatas terlihat perbedaan spektrum FT-IR Selulosa dan Selulo Diasetat serbuk gergaji kayu jati. Pada FT – IR selulosa serbuk muncul puncak tajam pada bilangan 3355,54 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya gugus OH yang intensitasnya tinggi, sedangkan pada FT- IR selulo diasetat muncul puncak pada 3557,12 cm<sup>-1</sup> akan tetapi

puncaknya lebih landai. Hal ini menandakan konsentrasi OH pada selulosa serbuk gergaji kayu jati lebih tinggi dibandingkan selulo diasetat serbuk gergaji kayu jati.

#### **Hasil Karakterisasi Membran Fotokatalitik Selulosa Diasetat Serbuk Gergaji Kayu Jati.**

Variasi komposisi  $\text{TiO}_2$  mempengaruhi ketebalan membran. Semakin banyak komposisi  $\text{TiO}_2$ , maka semakin besar ketebalan membran. Hal ini disebabkan semakin tinggi komposisi  $\text{TiO}_2$  maka partikel membran akan semakin banyak sehingga membran akan semakin tebal. Waktu penguapan berpengaruh terhadap banyaknya pelarut yang menguap sehingga semakin lama waktu penguapan maka ketebalan membran akan semakin kecil.

Komposisi  $\text{TiO}_2$  berpengaruh terhadap nilai fluks membran. Semakin banyak komposisi  $\text{TiO}_2$  maka nilai fluks membran akan semakin kecil, karena  $\text{TiO}_2$  akan menambah jumlah partikel pada membran sehingga ukuran pori pada membran akan semakin kecil. Nilai fluks juga dipengaruhi oleh lama waktu penguapan, semakin lama waktu penguapan maka nilai fluks akan besar. Karena semakin lama waktu penguapan maka pori yang terbentuk pada membran akan semakin banyak dan ukurannya semakin besar sehingga semakin banyak volume umpan yang lolos. Waktu penguapan dapat menaikkan nilai fluks secara linear, akan tetapi tidak demikian dalam kenyataannya, karena terjadinya *fouling* pada membrane

komposisi  $\text{TiO}_2$  berpengaruh terhadap nilai rejeksi membran. Semakin besar komposisi  $\text{TiO}_2$  maka nilai rejeksi membran akan semakin besar. Karena semakin banyak komposisi  $\text{TiO}_2$  maka partikel membran akan semakin banyak sehingga pori yang terbentuk akan semakin kecil. Semakin lama waktu penguapan maka akan semakin kecil

nilai rejeksi membran. Karena semakin lama waktu penguapan, maka jumlah pori yang terbentuk semakin banyak dan ukurannya semakin besar sehingga volume umpan yang lolos akan semakin banyak. Pada penelitian ini, membran yang optimum adalah pada komposisi  $\text{TiO}_2$  1% dengan waktu penguapan 30 detik, memiliki nilai rejeksi paling besar yaitu 97,74% dan nilai fluks yaitu 683,10  $\text{L.m}^2.\text{hari}^{-1}$ . Nilai rejeksi membran tanpa  $\text{TiO}_2$  adalah 94,08% , nilai ini lebih kecil dari nilai rejeksi membran dengan penambahan  $\text{TiO}_2$ , hal ini karena dengan penambahan  $\text{TiO}_2$  membran akan memiliki sifat perselektivitas lebih tinggi.

Komposisi  $\text{TiO}_2$  berpengaruh terhadap nilai tegangan membran, semakin besar komposisi  $\text{TiO}_2$  maka nilai tegangan akan semakin besar pula. Karena semakin banyak  $\text{TiO}_2$  maka jumlah partikel akan semakin banyak sehingga pori yang terbentuk akan semakin kecil. Pada penelitian ini, semakin tinggi komposisi  $\text{TiO}_2$  gaya yang dibutuhkan untuk memutus membran semakin tinggi akan tetapi karena tebal membran yang dihasilkan tiap variasi komposisi tersebut berbeda maka tidak didapatkan nilai tegangan yang naik secara linier dengan bertambahnya komposisi  $\text{TiO}_2$ . Waktu penguapan juga mempengaruhi nilai tegangan membran. Semakin lama waktu penguapan maka pori yang terbentuk akan semakin banyak dan ukuran pori semakin besar, sehingga tegangan yang dihasilkan akan semakin kecil. Membran yang optimum yaitu pada komposisi  $\text{TiO}_2$  1% dengan waktu penguapan 30 detik memiliki nilai tegangan yaitu 1562,5000  $\text{kN/m}^2$ . Dalam penelitian ini juga dihitung nilai tegangan membran tanpa penambahan  $\text{TiO}_2$ , nilai tegangan membran tanpa  $\text{TiO}_2$  adalah 1250  $\text{kN/m}^2$ . Dengan data tersebut menunjukkan bahwa membran dengan  $\text{TiO}_2$  memiliki nilai tegangan lebih tinggi dari pada membran tanpa penambahan  $\text{TiO}_2$ . Komposisi  $\text{TiO}_2$  maka nilai regangan akan semakin kecil, karena

TiO<sub>2</sub> akan menambah jumlah partikel pada membran. Semakin banyak jumlah partikel pada membran, pori yang terbentuk akan semakin kecil sehingga nilai regangan akan semakin kecil. Waktu penguapan juga mempengaruhi nilai regangan membran. Semakin lama waktu penguapan maka jumlah pori membran semakin banyak dan ukuran pori semakin besar, sehingga regangan yang dihasilkan akan semakin besar. Membran yang ideal memiliki nilai tegangan tinggi dan nilai regangan rendah. Karena semakin tinggi nilai regangan membran, maka membran akan semakin elastis.

### Analisis Efektifitas Antibakteri dengan Perhitungan Jumlah Bakteri Total

Untuk mengetahui aktivitas fotokatalitik TiO<sub>2</sub> mampu berlangsung dalam proses filtrasi bahan baku air PDAM, maka jumlah bakteri total dalam permeat hasil filtrasi membran fotokatalitik selulosa diasetat dari serbuk gergaji kayu jati dengan penambahan TiO<sub>2</sub> dibandingkan dengan hasil filtrasi membran tanpa penambahan TiO<sub>2</sub>

Tabel Analisis Aktifitas Antibakteri

Membran Selulosa diasetat	Jumlah bakteri total		Efektivitas (%)
	Sebelum filtrasi	Sesudah filtrasi	
Dengan TiO <sub>2</sub>	$6,10 \times 10^6$	$2,60 \times 10^4$	99,57
Tanpa TiO <sub>2</sub>	$6,10 \times 10^6$	$7,40 \times 10^5$	87,87

Dari tabel 3 terlihat bahwa hasil filtrasi membran fotokatalitik selulosa diasetat dari serbuk gergaji kayu jati dengan penambahan TiO<sub>2</sub> mengandung jumlah bakteri lebih kecil dari membran selulosa diasetat dari serbuk gergaji kayu jati tanpa penambahan TiO<sub>2</sub>. Hal ini menunjukkan bahwa membran selulosa diasetat dari serbuk gergaji kayu jati dengan penambahan TiO<sub>2</sub> memiliki aktivitas antibakteri dan dapat mendegradasi

bakteri sampai 99,57%.

### KESIMPULAN

1. Komposisi bahan pembuat membran selulosa diasetat dari serbuk gergaji kayu jati dan TiO<sub>2</sub> yang memiliki sifat mekanik dan kinerja yang optimum adalah selulosa diasetat 16%, formamida 4% , aseton 79% dan TiO<sub>2</sub> 1% dengan waktu penguapan 30 detik. Membran tersebut mempunyai ketebalan rata-rata 0,04 mm dan sifat mekanik yang diperoleh yaitu *stress* 1562,5000 kN/m<sup>2</sup>, *strain* 0,01 m/m dan *Modulus Young* 141593,4835 kN/m<sup>2</sup>. Kinerja membran tersebut yaitu nilai fluks 683,10 L.m<sup>2</sup>.hari<sup>-1</sup> dan nilai rejeksi 97,74 %.
2. Penambahan TiO<sub>2</sub> pada membran selulosa diasetat dari serbuk gergaji kayu jati menyebabkan pori yang terbentuk semakin kecil sehingga meningkatkan sifat mekanik dan kinerja membran.
3. Waktu penguapan berpengaruh terhadap jumlah pori yang terbentuk pada membran selulosa diasetat dari serbuk gergaji kayu jati dan TiO<sub>2</sub>. Semakin lama waktu penguapan maka jumlah pori yang terbentuk semakin banyak dan ukuran pori semakin besar, sehingga sifat mekanik dan kinerja membran menurun.
4. Efektivitas antibakteri membran fotokatalitik dari selulosa diasetat serbuk gergaji kayu jati dengan penambahan TiO<sub>2</sub> sebesar 99,57%, sedangkan membran tanpa penambahan TiO<sub>2</sub> sebesar 87,87%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Drioli, E. and Lidieta, G., 2009, *Membrane Operations: Innovative Separations and Transformations*, WILEY-VCH

Verlag GmbH & Co. KGaA,  
Weinheim.

Febriana, N., 2010, **Pengaruh Penambahan TiO<sub>2</sub> terhadap Sifat Mekanik dan Kinerja Membran Selulosa Diastet dari Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) untuk penjernihan Nira Tebu**, Skripsi, Departemen Kima Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, Surabaya.

Kabir, M. F., Haque, F., Vaisman, E., Langford, C. H. and Kantzas, A., 2003, *Disinfecting E. coli Bacteria in Drinking Water Using A Novel Fluidized Bed Reactor*. Int. J. of Chem. Reactor Eng., 1, Article A 39.

LeChevallier, M. W., and Kwok, K. A., 2004, *Water Treatment and Pathogen Control: Process Efficiency in Achieving Safe Drinking Water*, IWA Publishing, London.

Siregar, E.B.M., 2005, *Potensi Budidaya Jati*, Skripsi, Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Sumatra Utara, Sumatra Utara. Suryana, Y., 2001, *Budidaya Jati*, Swadaya, Bogor.

Zhang, X., Alan J.D., Peifung, L., dan Darren, D.S., 2007, **TiO<sub>2</sub> nanowire membrane for concurrent filtration and photocatalytic oxidation of humic acid in water**, Department of Civil and Environmental Engineering, School of Engineering, Stanford University, US.