

PENGARUH VARIASI KOMPOSISI ADITIF PEG TERHADAP KINERJA MEMBRAN CA

¹⁾Mahriandhanie Chika Al-Fitri, ²⁾Jhon Armedi Pinem, ²⁾Irdoni HS

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293

mahriandhanie.chikaal-fitri@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The membrane is defined as a selective and semipermeable thin layer between two phases, namely the feed phase and the permeate phase. The purpose of this study is to make cellulose acetate from pineapple leaves, make cellulose acetate membrane with variations in the composition of PEG additives, and study the effect of PEG additive composition on the characteristics of cellulose acetate membranes produced. The methodology in this research is isolation of cellulose from pineapple leaves, synthesis of cellulose acetate from pineapple leaf fibers, synthesis of cellulose acetate membrane, pre-treatment of pulp and paper industry wastewater, and characterization of cellulose acetate membrane. The variation in the composition of the additives Polyethylene Glycol (PEG) used is 5, 10, 15 % w/w. Pulp and paper industrial wastewater treatment using cellulose acetate membrane is carried out with a variation of 2 bar operating pressure. The highest value of flux was obtained on membranes with a composition of PEG 15% w/w that is 39.922 L/m².hour. The highest value of the rejection of COD, BOD₅ and TSS parameters were obtained from the membrane with a PEG composition of 5% w/w, that are 67.13%; 76.45% and 74.42%.

Keywords: membrane, polyethylene glycol (PEG), cellulose acetate

1. Pendahuluan

Industri *pulp and paper* di Indonesia merupakan salah satu industri penting yang mendatangkan devisa bagi negara. Namun demikian, seperti halnya industri yang lain, industri *pulp and paper* juga menghasilkan limbah yang berpotensi menurunkan daya dukung lingkungan. Agar tidak menjadi masalah, penanganan limbahnya menjadi penting dilakukan (Wahyono, 2000). Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah cair adalah teknologi membran. Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil (Agustina, 2006). Keunggulan proses membran yaitu pemisahan

(separation) dapat berlangsung secara kontinu, energi yang digunakan umumnya rendah, proses membran dapat dikombinasikan dengan proses pemisahan lain, sifat-sifat dan variabel membran dapat disesuaikan, cara pengoperasian lebih sederhana, tidak memerlukan ruangan yang besar, serta zat aditif yang digunakan tidak terlalu banyak (Muliawati, 2012).

Material membran berupa polimer bahan organik yang banyak digunakan adalah selulosa asetat. Keunggulan menggunakan selulosa asetat yaitu material yang mudah didapat, mudah dikelola, bersifat hidrofilik, dapat merejeksi garam yang tinggi, serta merupakan sumber daya yang dapat diperbaharui (Anwar, 2006). Selain memiliki kelebihan, selulosa asetat juga memiliki kekurangan seperti fluks yang rendah, rentan terhadap makhluk

biologis, serta memiliki stabilitas termal yang rendah (Zafar, dkk., 2012). Oleh karena itu, diperlukan penambahan suatu komponen organik maupun anorganik dalam proses pembuatan membran yang berperan sebagai aditif, seperti polietilen glikol (PEG). PEG dipilih karena sifatnya yang stabil, tidak bereaksi, serta tidak mudah terurai (Wardani, 2013). PEG juga dapat bertindak sebagai agen pembentuk pori dan porositas membran (Chen, dkk., 2010).

Selulosa asetat dapat diperoleh melalui proses asetilasi selulosa dengan menggunakan bahan selulosa yang memiliki kemurnian yang tinggi. Pada umumnya pembuatan selulosa asetat secara komersial berasal dari kayu, kapas, dan serat tanaman non-kayu berkualitas tinggi (Thaiyibah, dkk., 2016), seperti serat daun nanas. Daun nanas merupakan limbah yang paling banyak dihasilkan dari pertanian nanas yaitu sekitar 90% setiap kali panen. Padahal setiap kali panen buah nanas menghasilkan limbah yang terdiri dari 1% batang, 9% tunas batang, dan 90% daun. Daun nanas mengandung 69,5-71,5% selulosa dan 4,4-4,7% lignin (Haryani, dkk., 2015). Jumlah limbah yang banyak namun belum dimanfaatkan secara optimal serta tingginya kadar selulosa daun nanas membuat daun nanas ini cukup potensial untuk dikonversi menjadi selulosa asetat, yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat membran selulosa asetat.

2 Metode Penelitian

2.1 Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan adalah daun nanas, CH_3COOH (asam asetat glasial), H_2SO_4 (asam sulfat), $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$ (asetat anhidrida), H_2O_2 (hidrogen peroksida), polietilen glikol (PEG), aseton, limbah cair industri *pulp and paper*, larutan natrium azida 0,1%, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (kalsium hidroksida), $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (tawas) dan akuades.

2.2 Alat yang dipakai

Alat-alat yang digunakan adalah dekortikator, oven, desikator, erlenmeyer 250 mL, gelas ukur 250 mL, gelas ukur 10 mL, *magnetic stirrer*, *hot plate*, koagulator-flokulator, sel filtrasi, bak koagulasi, pH meter, plat kaca, pisau *casting*, sel membran, pipet tetes, botol sampel, timbangan analitik, cawan petri, *stopwatch* dan spatula.

2.3 Variabel Penelitian

Variabel tetap pada penelitian ini adalah komposisi selulosa asetat, koagulan air 4°C, waktu pengadukan larutan casting 24 jam, waktu pendiaman larutan casting 13 jam, waktu penguapan pelarut 30 detik, waktu perendaman membran selulosa asetat 24 jam, waktu pengaliran air pada membran selulosa asetat 2,5 jam, larutan natrium azida 0,1% *annealing* pada suhu 70°C selama 30 detik, dan tekanan operasi 2 bar. Sedangkan variabel berubah pada penelitian ini adalah komposisi PEG (polietilen glikol) 10, 15, 20 (%b/b).

2.4 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Isolasi *Cellulose* dari Daun Nanas

Pengambilan serat daun nanas dilakukan dengan cara dekortikasi menggunakan mesin dekortikator. Daun nanas yang masih segar dan bersih sebanyak lebih kurang sepuluh lembar diumpankan ke mesin dekortikator, pemukulan oleh *beater* mesin dekortikator menyebabkan terpisahnya bagian kulit daun nanas dengan seratnya. Serat yang masih basah dicuci untuk menghilangkan kotoran atau kulit daun yang masih menempel, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama satu hari (Luftinor, 2011).

Setelah dilakukan proses dekortikasi, dilakukan proses *bleaching* pada serat daun nanas. *Bleaching agent* yang digunakan pada penelitian ini adalah H_2O_2 . *Pulp* sebanyak 5 gram dimasukkan ke dalam gelas beker kemudian ditambahkan 45 mL

larutan H_2O_2 dengan konsentrasi 8%. Proses *bleaching* dilakukan pada temperatur 60°C selama 2 jam. Setelah selesai, *pulp* dicuci dengan air bersih dan dikeringkan dalam oven pada temperatur 105°C selama 2 jam (Lestari dan Sari, 2016).

2. Sintesis *Cellulose Acetate* (CA) dari Daun Nanas

Sebanyak 10 gram serat daun nanas ditambahkan asam asetat glasial 24 mL sambil diaduk pada suhu 40°C selama 1 jam. Setelah 1 jam ditambahkan campuran asam sulfat pekat 0,1 mL dan asam asetat glasial 60 mL, dan diaduk lagi selama 45 menit pada suhu yang sama. Kemudian campuran ditambahkan asetat anhidrida sebanyak 27 mL. Selanjutnya ke dalam campuran ditambahkan asam sulfat pekat 1 mL dan asam asetat glasial 60 mL diaduk dengan waktu asetilasi 3 jam pada suhu 40°C. Setelah selesai, ditambahkan asam asetat sebanyak 30 mL dan diaduk lagi dengan melakukan waktu hidrolisis 15 jam pada suhu yang sama. Setelah melakukan asetilasi dan hidrolisis, selulosa diasetat diendapkan dengan menambahkan akuades setetes demi setetes dan diaduk sehingga diperoleh endapan yang berbentuk serbuk. Endapan disaring dan dicuci sampai netral. Endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C. Setelah kering endapan disimpan dalam desikator (Muliawati, 2013).

3. Sintesis Membran *Cellulose Acetate* (CA)

Cellulose acetate dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam erlenmeyer 250 mL yang berisi aseton sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah homogen, ditambahkan PEG ke dalam larutan dengan komposisi yang divariasikan dan kembali diaduk. Lalu setelah homogen, pengadukan dihentikan dan larutan *casting* didiamkan selama 13 jam untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara yang terdapat dalam larutan *casting*.

Larutan *casting* dicetak di atas plat kaca yang dipinggirnya telah diberi selotip. Larutan *casting* dituang, diratakan, dan didiamkan di udara terbuka selama 30 detik untuk menguapkan sebagian pelarut. Selanjutnya membran didiamkan selama 1 hari dalam akuades, lalu dialiri air selama 2,5 jam untuk menghilangkan kelebihan pelarut. Lalu dilakukan proses *anealling* pada membran dengan suhu 70°C selama 30 detik, kemudian disimpan dalam larutan natrium azida 0,1% (Pinem, dkk., 2016).

4. *Pre-treatment* Limbah Cair Industri *Pulp and Paper*

Pre-treatment limbah cair industri *pulp and paper* dilakukan dengan proses koagulasi – flokulasi menggunakan aluminium sulfat untuk mengendapkan partikel-partikel koloid dan partikel tersuspensi dalam limbah cair industri *pulp and paper*. *Pretreatment* limbah cair industri *pulp and paper* dilakukan di dalam gelas kimia 2000 ml yang dilengkapi dengan pengaduk (*mixer*) dan pH meter. Bahan koagulan aluminium sulfat sebanyak 5 ml dengan konsentrasi 50 ppm ditambahkan ke dalam 1000 ml sampel limbah cair *pulp and paper* tersebut. Motor pengaduk kemudian dinyalakan dengan kecepatan pengadukan sebesar 200 rpm (pengadukan cepat proses koagulasi) selama 5 menit. Setelah proses koagulasi berlangsung selama 5 menit, maka tahapan selanjutnya yaitu proses flokulasi atau pengadukan lambat selama 15 menit dengan kecepatan pengadukan 60 rpm. Setelah melalui tahapan proses koagulasi – flokulasi maka selanjutnya proses pengendapan selama 30 menit (Pinem dan Sorang, 2010).

Flok-flok yang terbentuk diendapkan sampai terbentuk dua lapisan, yang mana lapisan atas air buangan agak jernih sedangkan lapisan bawah agak keruh dan terdapat endapan flok. Limbah cair industri *pulp and paper* selanjutnya dipisahkan dari endapan flok dengan menuangkan limbah cair industri *pulp and paper* ke dalam gelas beker yang lain (dekantasi), sehingga

endapan-endapan flok tidak terikut (Pinem, dkk., 2014).

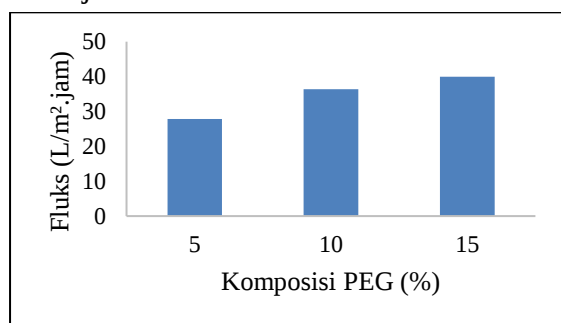
5. Karakterisasi Membran *Cellulose Acetate*

Karakterisasi membran meliputi uji fluks dan rejeksi. Uji fluks dilakukan untuk mengetahui sifat permeabilitas membran. Uji rejeksi dilakukan untuk mengetahui sifat permselektifitas membran.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Nilai Fluks

Pada Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa nilai fluks yang tertinggi didapatkan pada membran dengan PEG 15%, yang kemudian diikuti dengan PEG 10% dan PEG 5%. Nilai fluks limbah cair *pulp and paper* pada membran dengan PEG 5%, 10% dan 15% berturut-turut yaitu 27,794 L/m².jam, 36,385 L/m².jam, dan 39,922 L/m².jam.



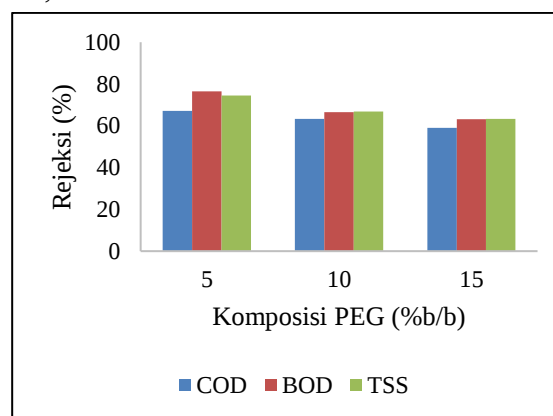
Gambar 3.1 Nilai Fluks pada Membran

Semakin besar komposisi aditif PEG maka semakin besar fluks yang dihasilkan membran. Penambahan PEG sebagai aditif pada membran dimaksudkan untuk memperbesar pori membran dengan tetap menjaga ketahanan membran terhadap faktor eksternal. Aditif PEG pada awalnya mengisi matriks dari membran *cellulose acetate* yang terbentuk. Selanjutnya dalam proses difusi antara pelarut dengan non pelarut, aditif bersama dengan pelarut akan larut ke dalam non pelarut sehingga meninggalkan rongga atau pori pada membran. Semakin banyaknya komposisi aditif PEG maka semakin banyak molekul PEG yang mengisi matriks membran *cellulose acetate*, sehingga fluks yang dihasilkan lebih tinggi (Rosnelly, 2012).

Selain itu, peningkatan fluks disebabkan karena PEG merupakan aditif yang bersifat hidrofilik yang mengakibatkan fluks pada membran semakin besar (Supriyadi, dkk., 2013).

3.2 Nilai Rejeksi

Pada Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa membran dengan komposisi PEG 15% memiliki nilai rejeksi COD, BOD dan TSS terbesar, yaitu 67,13%; 76,45 dan 74,42%. Sedangkan membran dengan komposisi PEG 10% memiliki nilai rejeksi COD, BOD dan TSS sebesar 63,36%; 66,53% dan 66,86%. Membran dengan komposisi PEG 5% memiliki nilai rejeksi COD, BOD dan TSS terkecil, yaitu 59,02%; 63,22 dan 63,37%.



Gambar 3.2 Nilai Rejeksi Membran

Semakin besar komposisi PEG maka nilai rejeksi yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini disebabkan karena ukuran pori membran yang dihasilkan masih terlalu besar dibandingkan dengan ukuran partikel limbah *pulp and paper*, sehingga masih terdapat sejumlah molekul limbah *pulp and paper* yang lolos melalui pori membran (Rosnelly, 2012).

4. Kesimpulan

Pengaruh penambahan komposisi aditif PEG (polietilen glikol) pada kinerja membran *cellulose acetate* yaitu meningkatkan nilai fluks membran dan menurunkan nilai rejeksi membran.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, S. (2006). Teknologi Membran dalam Pengolahan Limbah Cair

- Industri. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 18-24.
- Anwar, K. (2006). *Variasi Komposisi Casting dalam Metode Inversi Fase Proses Membran Selulosa Triasetat*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Chen, J., J. Li, X. Zhan, X. Han, dan C. Chen. (2010). Effect of PEG additives on properties and morphologies of polyetherimide membranes prepared by phase inversion. *Front. Chem. Eng. China* 3(4) : 300 – 306.
- Haryani, N., Novia, S. T., & Syarif, V. L. (2015). Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu Hidrolisis pada Pembentukan Bioetanol dari Daun Nanas. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(4).
- Lestari, R. S. D., & Sari, D. K. (2016). Pengaruh Konsentrasi H₂O₂ terhadap Tingkat Kecerahan Pulp Dengan Bahan Baku Eceng Gondok Melalui Proses Organosolv. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(2).
- Luftinor, L. (2011). Perbandingan Penggunaan Beberapa Jenis Zat Warna dalam Proses Pewarnaan Serat Nanas. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 22(1).
- Muliawati, E. C. (2012). Pembuatan dan Karakterisasi Membran Nanofiltrasi untuk Pengolahan Air. *Semarang. Magister Teknik Kimia-UNDIP*.
- Pinem, J. A., & Sorang, J. A. (2010). Penyisihan BOD₅, COD dan TSS Limbah Cair Tahu dengan Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Ultrafiltrasi. *Doctoral Dissertation*. Universitas Riau.
- Pinem, J. A., Bahri, S., Saputra, E., & Anita, S. (2016). *Pengolahan Air Sungai Menggunakan Teknologi Membran: Pengaruh Membran Selulosa Asetat Terhadap Kualitas Air Olahan Sungai Siak*. Universitas Riau.
- Pinem, J.A., Peratenta, M., & Heltina, D. (2014). Pengolahan Limbah Cair Hotel dengan Kombinasi Koagulasi, Flokulasi dan Filtrasi. *Laporan Penelitian Berbasis Laboratorium*. Universitas Riau.
- Rosnelly, C. M. (2012). Pengaruh Rasio Aditif Polietilen Glikol terhadap Selulosa Asetat pada Pembuatan Membran Selulosa Asetat secara Inversi Fasa. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 9(1), 25-29.
- Supriyadi, J., Hakika, D. C., & Kusworo, T. D. (2013). Peningkatan Kinerja Membran Selulosa Asetat untuk Pengolahan Air Payau dengan Modifikasi Penambahan Aditif dan Pemanasan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2(2), 96-108.
- Thaiyibah, N., Alimuddin, A., & Panggabean, A. S. (2016). Pembuatan dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat-PVC dari Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) untuk Adsorpsi Logam Tembaga (II). *Jurnal Kimia Mulawarman*, 14(1).
- Wahyono, S. (2000). Mengubah Limbah Sludge Pabrik Pulp dan Kertas menjadi Produk Berguna. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1(3).
- Wardani, A. K. (2013). *Pengaruh Aditif pada Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Berbasis Polisulfon untuk Pemurnian Air Gambut*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Zafar, M., Ali, M., Khan, S.M., Jamil, T. & Butt, M.T.Z. (2012). Effect of Additives on the Properties and Performance of Cellulose Acetate Derivative Membranes in the Separation of Isopropanol/Water Mixtures. *Desalination*, 285, pp.359-365.