

PEMBUATAN MEMBRAN SELULOSA ASETAT DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERMODIFIKASI MIKRO ZEOLIT ALAM UNTUK FILTRASI AIR SUNGAI

Preparation Cellulose Acetate Membranes From Palm Fruit Empty Bunch By Adding Natural Zeolite Sarulla For Filtration Of River Water

Pada Mulia Raja

Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agrobisnis Perkebunan, Medan

ABSTRACT

The aim of this research is to study preparation cellulose acetate membranes from palm fruit empty bunch by adding natural zeolite sarulla for filtration of river water. This study consists of several stages: Preparation cellulose acetate from palm fruit empty bunch, Preparation cellulose acetate membranes from palm fruit empty bunch by adding natural zeolite and analysis of river water parameters include TDS, TSS, turbidity, pH and Metal Fe. Composition of cellulose acetate membranes used were 15% w/v cellulose acetate, acetone, mikrozeolit 0%; 5%; 10%; 15%; 20%; 25% and 30% (w/v). River water before filtration with cellulose acetate membrane has TDS 60 mg/L, TSS 35 mg/L, turbidity 10 NTU, pH 6,56, and Fe is 0,86 mg/L. After filtration with a cellulose acetate membrane and cellulose acetate membrane with the addition of zeolite Has optimum decreased TDS 12 mg/L, TSS 15 mg/L, turbidity 2 NTU, pH 6.5 and Fe 0.55 mg/L and zeolite interaction with dissolved solids (suspended) is the interaction of physical adsorption.

Keywords : Cellulose Acetate, Filtration, River Water and Zeolite

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan air bersih terus meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan jumlah penduduk, disisi lain peningkatan jumlah penduduk akan meningkatkan aktivitas yang dapat meningkatnya jumlah limbah yang dapat mencemari air.

Air yang sudah tercemar oleh limbah rumah tangga dan industri telah banyak dilakukan upaya untuk mengatasinya, mislanya dengan menggunakan adsorben dan membran.

Teknologi membran telah banyak digunakan dalam berbagai proses pemisahan dan pemekatan karena beberapa keunggulan yang dimilikinya, antara lain pemisahannya sangat spesifik, tidak merusak zat yang dipisahkan (*non-destruktif*), dapat dioperasikan pada suhu rendah dan tidak menimbulkan limbah baru karena pemisahannya tidak membutuhkan zat kimia yang baru. Karena itu teknologi

membran dikenal sebagai salah satu jenis pemisahan yang termasuk *clean technology* (Mulder, 1996).

Teknik-teknik yang digunakan pada proses pembuatan membran antara lain *sintering*, *stretching*, *track-etching*, *template-leaching* dan inversa fasa. Proses pembuatan membran filtrasi umumnya menggunakan metoda inversa fasa, yaitu perubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi fasa padatan. Dibanding dengan teknik yang lain inversa fasa mempunyai kelebihan diantaranya mudah dilakukan, pembentukan pori dapat dikendalikan dan dapat digunakan pada berbagai macam polimer (Wenten, 2000).

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah industri yang dihasilkan dalam jumlah besar oleh pabrik minyak kelapa sawit. Jumlah tandan kosong $\pm 27\%$ massa tandan buah segar atau hampir sama

sama dengan jumlah CPO yang dihasilkan. Kandungan lignoselulosa tandan kosong kelapa sawit setara dengan bahan non kayu yang umumnya digunakan sebagai bahan baku pulp. Tingginya kandungan selulosa asetat yang merupakan suatu ester organik penting, dapat dimanfaatkan dalam industri tekstil, fotografi, *tape recorder*, filter rokok dan juga sebagai bahan pembuat membran yang saat ini sedang berkembang di Indonesia.

Membran yang terbuat dari bahan selulosa asetat dapat bekerja pada kisaran pH 2-10, suhu maksimum 50 °C dan toleransi terhadap Cl sekitar 1 ppm, bila dibandingkan dengan polimer membran lain misalnya membran dari bahan polisulfon yang dapat bekerja pada pH 1-13, suhu sampai 80 °C dan toleransi terhadap Cl sekitar 100 ppm. Namun membran yang terbuat dari polimer selulosa asetat bersifat hidrofilik karena adanya gugus di dalam rantai polimer yang mampu berinteraksi dengan molekul air melalui ikatan hidrogen, sedangkan membran polisulfon hidrofobik tidak cocok digunakan untuk pemisahan air disamping itu harga polimer selulosa asetat yang jauh lebih murah dibandingkan harga polimer lain misalnya polisulfon dan polieter sulfon, selulosa asetat ramah lingkungan dan biodegradabel. Polimer selulosa asetat banyak disintesis, namun selulosa asetat yang baik untuk bahan membran harus mengandung asetil minimal 39,5 %.

Membran selulosa asetat telah banyak dimodifikasi dengan penambahan filler yang harapannya dapat meningkatkan kinerja membran. Zhaoan Chen, *et al* (2004) telah mampreparasi dan performansi membran selulosa asetat dengan penambahan PEI (Polietilenimin) pada proses mikrofiltarsi. Akibat penambahan PEI terhadap selulosa

asetat adalah menghasilkan luas permukaan 12,04–24,11 m²/g, flux 10–50 ml/cm² dan porisitas membran 63-75% dengan kemampuan adsorpsi membran terhadap logam Cu²⁺ pada membran 7,42 mg/g.

Zeolit dapat digunakan sebagai filler pada membran. Jin Gu, *et al* (2012) menggunakan zeolit sebagai pengisi pada membran LDPE (*Low Density Polietilen*) untuk mikrofiltrasi dimana zeolit dapat meningkatkan pori pada membran karena sifatnya sebagai adsorben.

Menurut Kita, *et al* (2001) dengan penambahan zeolit pada membran mampu meningkatkan kemampuan membran dibanding dengan membran organik. Selain itu, pencampuran membran organik dengan senyawa-senyawa anorganik dapat meningkatkan pervaporasi membran. Kittur, *et al* (2005) telah membuat membran polidimetilsilosan (PDMS) dengan menambahkan zeolit ZSM-5 untuk memisahkan isopropil alkohol dari campuran air dengan fluks dan selektivitas membran bertambah dengan meningkatnya komposisi zeolit.

Nasrun (2012) telah memodifikasi membran selulosa asetat dengan penambahan zeolit alam dari Ujong Pancu dan digunakan dalam percobaan pervaporasi untuk pemisahan campuran etanol-air. Modifikasi membran selulosa asetat dengan zeolit alam Ujong Pancu berpengaruh terhadap unjuk kerja membran dimana fluks permeasi dan selektifitas membran meningkat pada pemisahan campuran etanol-air secara pervaporasi bila dibandingkan dengan membran tanpa zeolit.

Penelitian ini memodifikasi membran selulosa asetat dengan penambahan zeolit untuk filtrasi air sungai dan untuk mengetahui perubahan parameter air (pH, kekeruhan, TSS, TDS dan logam Fe) setelah disaring dengan membran selulosa asetat dengan penambahan zeolit alam

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Dasar (LIDA) Fakultas Matematika Ilmu Pengatahan Alam mulai maret 2014-Januari 2015.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah Sel Dead-End, Peralatan Gelas Lab (Pyrex), Stopwatch, Regulator, Turbidimeter SKZ, Bak Koagolasi, Batang Stainless Steel, Pengaduk Magnetik, Ayakan 200 Mesh (Tantalum 3N8 Purity), Oven (Nabertherm Germany), Neraca Analitik (AND GR-200), Tabung Gas, Hotplate (Labinco L-32), pH Meter (ATC tipe pH108), dan Kertas Saring (Whatman 42)

Bahan-bahan yang digunakan adalah Tandan Kosong Kelapa Sawit, Selulosa Asetat Sigma-Aldrich (kandungan asetil 39,8 %-b, berat molekul rata-rata 30.000 (GPC), indek refraksi 1,4750 (nD²⁰), dan densitas 1,300), aseton pa (Merck), zeolit alam dari Sarulla (Kabupaten Tapanuli Utara, Provinsi Sumatera Utara), HCl, NaOH, Na₂SO₃, H₂O₂, HClO₄, Asetat Anhidrat, HNO₃ dan Air sungai Sunggal dan Aquades.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini dengan menggunakan teknik pembuatan invarse pase dengan menggunakan selulosa asetat dari tandan kosong

kelapa sawit dan variasi zeolit sebagai berikut:

No	Campuran Pelarut
1	Selulosa Asetat (M1) Tanpa Zeolit
2	Selulosa Asetat (M2) 5% w/w Zeolit
3	Selulosa Asetat (M3) 10% w/w Zeolit
4	Selulosa Asetat (M4) 15% w/w Zeolit
5	Selulosa Asetat (M5) 20% w/w Zeolit
6	Selulosa Asetat (M6) 25% w/w Zeolit
7	Selulosa Asetat (M7) 30% w/w Zeolit

Perlakuan pada penelitian ini sebagai berikut:

No	Perlakuan
1	M1 Mutu Air Pascafiltrasi M1
2	M2 Mutu Air Pascafiltrasi M2
3	M3 Mutu Air Pascafiltrasi M3
4	M4 Mutu Air Pascafiltrasi M4
5	M5 Mutu Air Pascafiltrasi M5
6	M6 Mutu Air Pascafiltrasi M6
7	M7 Mutu Air Pascafiltrasi M7

Tahapan Penelitian

- a. **Pembuatan Pulp**
 1. Tandan kosong sawit dibersihkan dari cangkang dan minyak.
 2. Kemudian dikeringkan dan digunting dengan panjang 5-10 cm
 3. Potongan serat dikeringkan kembali hingga diperoleh kadar air 4-5%.
 4. Potongan tandan kosong sawit kering sebanyak 150 gr ditambahkan 1 L HNO₃ 3.5% (v/v) selanjutnya dipanaskan pada suhu 90 oC selama 2 jam.
 5. Kemudian disaring dan ampas dicuci hingga pH filtrat netral.
 6. Ampas yang telah dihidrolisis selanjutnya didelignifikasi dengan NaOH 2% (b/v) dan Na₂SO₃ 2% (b/v) pada suhu 50 °C selama 1 jam. Selanjutnya disaring dan ampas dicuci hingga pH filtrat netral.
 7. Hasil delignifikasi ditambahkan NaOH 17.5% (b/v) pada suhu 80 oC selama 0.5 jam. Selanjutnya disaring dan ampas dicuci hingga pH filtrat netral.

8. Pulp selanjutnya dipucatkan atau diputihkan dengan menambahkan H₂O₂ 10% (v/v) yang dipanaskan pada suhu 60 oC selama 15 menit.
9. Selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 110 oC selama 6 jam.

b. Pembuatan Selulosa Asetat

1. Sampel pulp tandan kosong sawit dihaluskan menjadi serbuk halus dan ditimbang 10 gr, kemudian ditambahkan 350 ml asam asetat glasial dan 3 ml HClO₄, diaduk selama 1 jam pada suhu 60°C.
2. 10 ml anhidrida asetat dalam 15 ml asam asetat glasial dan 1 ml HClO₄ diaduk selama 30 menit, kemudian ditambahkan ke campuran 1, diaduk selama 12 jam pada suhu kurang dari 50°C.
3. Campuran kemudian di saring, residu dicuci dengan asam asetat glasial sebanyak 3 kali (filtrat seluruhnya dikumpulkan)
4. Residu ditambahkan asetat berair, untuk menghilangkan sisa anhidrida asetat yang dihasilkan disaring dan dicuci dengan air destilat dilanjutkan dengan alkohol.
5. Filtrat ditambahkan asetat berair, kemudian dibiarkan bereaksi untuk menghidrolisa sebagian asetilasi selama 4-8 jam pada suhu 70 – 80°C, kemudian air destilat untuk mengendapkan selulosa asetat, disaring dan dicuci dengan alkohol.
6. Hal sama dilakukan pada suhu 80°C, 100°C dan waktu perlakuan awal (1, 2, 4) jam.

c. Pembuatan Membran

Pembuatan membran selulosa asetat-

mikrozeolit (telah dikativasi) dengan menggunakan teknik invarsi fasa prestipitasi terendam dengan prosedur sebagai berikut:

1. Selulosa Asetat 15 % (w/v) dilarutkan dalam aseton, kemudian dicampurkan dengan mikrozeolit 200 Mesh yang telah diaktivasi dengan perbandingan 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% (w/v) terhadap komposisi selulosa asetat.
2. Kemudian diaduk dengan pengaduk magnet hingga larutan homogen. Larutan ini disebut larutan *dope*, larutan d i d i a m k a n u n t u k menghilangkan gelembung udara.
3. Larutan *dope* dituangkan diatas plat lalu diaratakan dengan batang *stainless steel* hingga terbentuk lapisan tipis dan dibiarkan 7 menit.
4. Lapisan tipis kemudian dimasukan pada bak koagolan yang berisi aquades sampai membran terlepas.
5. Membran Selulosa Asetat-Zeolit dipotong berbentuk lingkaran sesuai dengan ukuran sel pengaduk dan diletakkan di dalam sel *Dean-End* dan dilakukan penyaringan.
6. Dilakukan pengujian terhadap hasil saringan berupa TSS, TDS, Kekeruhan, pH, Kadar Logam Fe dengan AAS TDS, Kekeruhan, pH, Kadar Logam Fe dengan AAS

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penampakan terhadap selulosa asetat tandan kosong sawit berupa serbuk serat berwarna putih dan tidak berbau seperti ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Gambar 1. Selulosa asetat

Selulosa asetat yang dihasilkan kemudian dijadikan bahan baku pembuatan membran yang dimodifikasi dengan zeolit bertujuan agar kemampuan membran dalam menyaring dan merejeksi pengotor pada air.

Membran selulosa asetat yang dimodifikasi dengan zeolit ditunjukkan pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2 . Membran Selulosa Asetat

Hasil karakterisasi air sebelum dan setelah dilewatkan pada membran ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Karakterisasi Air sebelum dan sesudah penyaringan

Perlakuan	Derajat Keasaman (pH)		Nilai Kekeruhan (NTU)		Jumlah Zat Padat Tersuspensi (TSS) (mg/L)	
	Sebelum Penyaringan	sesudah penyaringan	Sebelum Penyaringan	sesudah penyaringan	Sebelum Penyaringan	Sesudah penyaringan
M1	6,56	6,56	10	8	35	32
M2	6,56	6,55	10	7	35	23
M3	6,56	6,54	10	6	35	21
M4	6,56	6,53	10	5	35	20
M5	6,56	6,52	10	4	35	18
M6	6,56	6,51	10	2	35	17
M7	6,56	6,51	10	2	35	17

Tabel 2 Karakterisasi Air sebelum dan sesudah penyaringan

Perlakuan	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS) (mg/L)		Kadar Logam Fe (mg/l)	
	Sebelum Penyaringan	sesudah penyaringan	Sebelum Penyaringan	sesudah penyaringan
M1	60	48	0,86	0,80
M2	60	42	0,86	0,76
M3	60	36	0,86	0,73
M4	60	30	0,86	0,72
M5	60	24	0,86	0,67
M6	60	12	0,86	0,58
M7	60	12	0,86	0,55

Keberadaan zeolit pada membran dapat meningkatkan kualitas hasil filtrasi air karena zeolit alam yang sudah diaktivasi yang dimasukkan pada membran memiliki kemampuan adsorben yang baik. Fluks dan selektifitas meningkat dengan meningkatnya kandungan zeolit dalam matrik membran (Nigiz, *et al*, 2012, Khosravi, *et al*, 2012, dan Li, *et al*, 2012).

Semakin banyak zeolit yang ditambahkan pada membran selulosa asetat daya adsorpsi TSS dan TDS. Kekeruhan (Turbiditas) dan pH air setelah penyaringan berkurang baik menggunakan membran selulosa asetat maupun membran selulosa asetat dengan penambahan zeolit. Bila dibanding hasil penyaringan air dengan menggunakan membran selulosa asetat dan membran selulosa asetat dengan penambahan zeolit alam sarulla, maka hasil penyaringan dengan menggunakan membran selulosa asetat dengan penambahan zeolit lebih baik daripada membran selulosa asetat tanpa penambahan zeolit. Semakin banyak zeolit yang ditambahkan pada membran maka semakin kuat daya adsorpsi membran dalam menurunkan kekeruhan pada air. Keberadaan zeolit pada membran dapat membuat pH hasil penyaringan berkurang.

Keberadaan logam Fe pada air sungai tunggal setelah penyaringan dengan menggunakan membran selulosa asetat dan dengan menggunakan membran selulosa asetat dengan penambahan zeolit alam sarulla menurun, bila dibandingkan kadar logam Fe pada hasil penyaringan dengan menggunakan membran selulosa asetat dan membran selulosa asetat dengan penambahan zeolit alam yang diaktivasi, maka penurunan kadar logam Fe yang paling baik dengan menggunakan membran selulosa asetat dengan penambahan zeolit dari pada membran selulosa asetat tanpa penambahan zeolit. Dari

hasil penelitian semakin banyak zeolit yang ditambahkan pada membran selulosa asetat, maka semakin banyak logam Fe yang tertahan dipermukaan membran dan konsentrasi kadar Fe pada permeat berkurang.

Zeolit yang ditambahkan pada membran selulosa asetat diaktivasi secara fisika dan kimia untuk meningkatkan daya adsorpsi zeolit. Pada hasil penelitian menunjukkan zeolit yang sudah diaktivasi berperan penting pada penurunan logam Fe pada air setelah penyaringan. Daya adsorpsi zeolit yang ditambahkan pada membran lebih baik sehingga menurunkan kadar logam Fe pada air. Selain memiliki kemampuan adsorpsi, zeolit juga memiliki kemampuan sebagai penukar ion terhadap logam-logam termasuk logam Fe yang mengakibatkan konsentrasi logam Fe pada permeat berkurang. Semakin banyak zeolit yang ditambahkan pada membran selulosa asetat, maka semakin baik daya adsorpsinya terhadap logam Fe sehingga membuat kadar logam Fe pada permeat menurun.

KESIMPULAN

1. Analisis air sungai sebelum penyaringan menunjukkan bahwa air sungai tunggal memiliki TDS 60 mg/L; TSS 35 mg/L; Kekeruhan 10 NTU; pH 6,56 dan logam Fe 0,86 mg/L. Sedangkan analisa air sungai setelah penyaringan dengan menggunakan membran selulosa asetat dengan penambahan zeolit penurunan optimum berada pada M7 memiliki TDS 12 15 mg/L, mg/L, kekeruhan 2 NTU, pH 6,51, kadar logam Fe 0,55 mg/L.

2. Membran selulosa asetat dengan penambahan zeolit dapat dijadikan sebagai penyaring air sungai dengan menurunkan pH optimum 6,51, TDS optimum 12 mg/L, TSS optimum 15 mg/L, kekeruhan optimum 2 NTU, kadar logam Fe optimum 0,55 mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Jin Gu, Aonan Lai, Jun Zhang, Yunxiang Bai, Chunfang Zhang, Yupin Sun. (2012). Effect of 4 A on the Structure and Performance of LDFE Blend Microfiltration Membran Through Thermally Induced Phase Separation Method. *Journal of Membran and Separation Technology*. 1 : 52-59.
- Kittur A. A., Karidugunavar, M.Y., Kulkarn, S.S., and Aralattup, M. I. (2005). Preparation Zeolite-incorporated poly(dimethylsiloxane) Membrans for the Pervaporation Separation of Isopropyl Alcohol/Water Mixture. *Journal Application Polymer Science*. 96 : 1377.
- Khosravi, T., Mosleh, S., Bakhtiari, O., and Mohammadi, T. 2012. Mixed matrix membrans of Matrimid 5218 loaded with zeolite 4 A for pervaporation separation of water-isopropanol mixtures. *Chemical Engineering Research and Design*. available online 15 June.
- Kita, H., Fuchida, K., Horita, T., Asamura, H., and Okamoto, K. (2001). Preparation of Faujasite Membrans and Their Permeation Properties. *Separation, Purification Technology*. 25 : 261.
- Li, J., Shao, J., Ge, Q., Wang, G., Wang, Z., and Yan, Y. 2012. Influences of the zeolite loading and particle size in composite hollow fiber supports on properties of zeolite NaA membrans. *Microporous and Mesoporous Materials*. 160 : 10–17.
- Mulder, M. 1996. Basic Prinsip of Membran Technology”, 2d Edition, Dordrecht : Kluwer Academic Publisher
- Nasrun. (2012). Peningkatan Performansi Membran Selulosa Asetat dengan Penambahan Zeolit Alam Ujong Pancu, Kabupaten Aceh Besar pada Pemisahan Campuran Etanol-Air Secara Pervaporasi. [Desertasi] Medan : Universitas Sumatera Utara
- Nigiz, F.U., Dogan, H., and Hilmioglu, N.D. 2012. Pervaporation of ethanol/water mixtures using clinoptilolite and 4A filled sodium alginate membrans. *Desalination*. available online 15 May.
- Wanten, I.G. (2000). Teknologi Membran Industrial. Bandung: Penerbit ITB
- Zhaong Chen, Maicun Deng, Yong Cheng, Gaohong He, Ming Wu, and Junde Wang. (2003). Preparation and performance of CA/Polyethyleneimine Blend Microfiltration Membrans and Their Applications. *Journal of Membran Science*. 235 : 73-86. Elsevier