

PEMBUATAN MEMBRAN HIBRID POLISULFON-LEMPUNG YANG DIKOAGULASI OLEH 2-PROPANOL-AIR DAN APLIKASINYA PADA AIR GAMBUT

Zaiyar . Amilia Linggawati . Muhdarina

Jurusan Kimia Fakultas Matematika Universitas Riau
Kampus Bina Widya Panam
Email: zaiyar68@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini, bertujuan untuk membuat membran hibrid polisulfon-lempung secara inversi fase menggunakan zat aditif polietilen glikol (PEG) (PEL 1) dan tanpa PEG (PL 1). Matriks polimer ini dikoagulasi dalam koagulan campuran 2-propanol-air. Membran hibrid PEL 1 dan PL 1 diaplikasikan pengolahan air gambut yang berasal dari Desa Rimbo Panjang Km 18, meliputi pengukuran pH, warna dan zat organik. Hasil penelitian menunjukkan membran PEL 1 dan PL 1 dapat menaikkan pH air gambut sesuai syarat kualitas air minum PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010, hanya membran PEL 1 dapat menurunkan warna air sesuai Permenkes dan Kedua membran belum dapat menurunkan zat organik sesuai Permenkes

Kata kunci: Membran hibrid polisulfon-lempung, koagulan 2-propanol-air, pengolahan air gambut

1. PENDAHULUAN

Air merupakan zat yang keberadaannya sangat vital dalam mendukung kehidupan dan aktivitas manusia. Kebutuhan air bersih terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan industri. Untuk mencegah terjadinya krisis air, diperlukan studi lebih lanjut mengenai sumber daya air serta cara pengolahannya sehingga dapat menghasilkan air bersih yang dapat digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari sesuai dengan Syarat kualitas air minum.

Salah satu alternatif sumber daya air adalah air gambut. Air gambut adalah air yang terdapat dan selalu menggenangi lahan gambut. Air gambut secara kuantitatif sangat potensial untuk dikelola sebagai sumber daya air, namun kenyataannya secara kualitas, dalam penggunaannya masih banyak mengalami kendala. Warna air gambut yang coklat kemerahan, tingginya

kandungan zat organik dan pH yang rendah merupakan beberapa kendala yang menyebabkan air gambut secara kualitas tidak layak digunakan sebagai air minum.

Nilai pH air gambut menyatakan intensitas kemasaman atau alkalinitas air gambut dan mewakili konsentrasi ion hidrogennya, pH tidak mengukur seluruh kemasaman atau seluruh alkalinitas (Otto, 1987) dan mencirikan keseimbangan antara asam basa dalam air .

Warna coklat kemerahan pada air gambut merupakan akibat dari tingginya kandungan zat organik (senyawa humus) terlarut, terutama dalam bentuk asam humus dan turunannya. Zat organik ini, berasal dari dekomposisi bahan organik berupa lignin seperti daun, pohon, dan kayu

Senyawa humus menyusun 90% material organik yang mempunyai berat molekul beragam dari 200-300.000 g/mol. Material ini merupakan produk sintesis sekunder dari

senyawa organik sederhana yang terbentuk karena pemecahan material organik oleh mikrobiologi, bahan organik ini bersifat stabil dan tahan terhadap proses biodegradasi dalam waktu cukup lama (Syarfi, 2007).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi kendala ini adalah teknologi membran. Teknologi membran berkembang pesat dalam beberapa dasawarsa terakhir ini baik dalam skala laboratorium maupun skala komersial. Hal ini disebabkan karena membran memiliki banyak kelebihan yang tidak dimiliki oleh proses pemisahan konvensional lainnya.

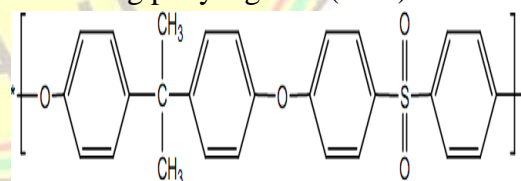
Membran merupakan penghalang yang bersifat permeabel dan selektif antara dua fase. Fase pertama adalah umpan (feed), dalam hal ini adalah air gambut, sementara fase kedua adalah hasil pemisahan (permeate) sebagai air bersih. Proses pemisahan pada membran terjadi dengan cara perpindahan material melewati membran dengan proses transpor aktif dan pasif. Transpor aktif adalah perpindahan material yang akan dipisahkan secara langsung, sedangkan transpor pasif dapat digerakkan oleh perbedaan tekanan, konsentrasi, atau perbedaan temperatur di antara kedua sisi membran (Mulder 1996).

Kinerja pemisahan dengan membran sangat ditentukan dari porositas permukaan dan distribusi pori. Modifikasi struktur dan ukuran pori membran dapat dilakukan dengan mencampur bahan organik dan bahan anorganik (Kasukabe, et al. 1996). Selain itu, teknik modifikasi ini juga bertujuan untuk meningkatkan kemampuan membran dalam pengolahan air gambut dan mengatasi kelemahan dari bahan organik dan anorganik pada membran yang dihasilkannya. Membran yang dibuat dengan mencampurkan bahan organik dan anorganik ini, dinamakan membran hibrid.

Pada penelitian ini dibuat membran hibrid dengan menggabungkan bahan organik (polisulfon) dan anorganik (lempung). Membran hibrid dibuat secara inversi fase dengan teknik perendaman-pengendapan menggunakan koagulan campuran 2-propanol dan air dengan komposisi (1:1).

Pelarut yang digunakan untuk melarutkan polisulfon adalah dimetil asetat (DMAc). DMAc adalah pelarut yang sering digunakan untuk melarutkan polimer, selain itu, dapat bercampur dengan non pelarut campuran air dan 2-propanol yang digunakan sebagai koagulan. DMAc tidak mudah menguap dan cenderung stabil karena memiliki rentang ketahanan suhu yang relatif luas, yaitu titik didihnya di atas 164.5-166°C sehingga dapat melarutkan polisulfon dengan baik.

Polisulfon merupakan polimer yang banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan membran pada proses ultrafiltrasi (Baker 2004). Polisulfon mengandung gugus sulfonat dan inti benzen dalam rantai polimer utama, yang strukturnya ditunjukkan pada Gambar 1. Polisulfon dipilih sebagai bahan baku membran disebabkan polimer ini, memiliki kestabilan mekanik, termal, kimia yang baik dan rentang pH yang luas (1-13).



Gambar 1.

Struktur Polisulfon (Sumber, Baker 2004)

Lempung merupakan mineral sekunder yang terbentuk dari hasil pelapukan kimia dan fisika mineral primer dalam proses pembentukan tanah. Lempung yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Desa Palas Pekanbaru. Lempung ini dipilih karena intensitas silikat (SiO_2) yang tinggi

yaitu, 58% (Nadarlis, 2012). Silikat berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan aditif membran hibrid karena mampu meningkatkan kinerja membran.

Variasi koagulan campuran non pelarut 2-propanol dan air bertujuan untuk meningkatkan fluks air zat terlarut (air gambut) dan kemampuan rejeksi dari membran yang dihasilkan. Selain itu, pada penelitian ini juga digunakan zat aditif polietilen glikol (PEG). Penggunaan zat aditif polietilen glikol (PEG) akan meningkatkan porositas membran hibrid. Membran hibrid ini selanjutnya dinamakan membran hibrid polisulfon-lempung.

Karakter membran hibrid polisulfon-lempung yang dibuat secara inversi fase dipengaruhi oleh komposisi bahan dasar. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dibuat 2(dua) jenis membran hibrid polisulfon-lempung dengan perbedaan zat aditif. Membran hibrid polisulfon-lempung dengan zat aditif PEG (simbol PEL 1) dan PEG (simbol PL 1). Perbedaan komposisi bahan dasar membran ini bertujuan untuk membandingkan perbedaan kemampuan membran dalam pengolahan air gambut. Air gambut yang digunakan berasal dari salah satu sumur warga di Desa Rimbo Panjang Km 18. Penggunaan membran hibrid polisulfon-lempung diharapkan dapat menaikkan pH, menurunkan warna dan menyisihkan senyawa organik dalam air gambut, sehingga memenuhi syarat kualitas air minum PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan Membran Hibrid Polisulfon-lempung

Membran hibrid polisulfon-lempung dibuat dengan melarutkan 18 % polisulfon dalam 64% dimetil asetamida, ditambahkan 9% lempung dan 9% PEG. Proses pelarutan

dilakukan pada temperatur kamar menggunakan pengaduk magnetik sampai larutan benar-benar larut (homogen). Larutan ini, disebut larutan tuang polimer.

Larutan tuang polimer didiamkan selama 3 jam untuk menghilangkan gelembung udara yang terperangkap di dalam larutan sebelum dilakukan pencetakan. Larutan tuang polimer selanjutnya ditebar di atas plat kaca yang telah diolesi aseton lalu diratakan dengan batang stainless steel hingga terbentuk lapisan tipis dan dibiarkan selama 5 menit. Kemudian lapisan tipis pada pelat kaca direndam dalam bak koagulasi yang telah berisi non pelarut campuran 2-propanol dan air (1:1) selama 5 menit, sehingga membran terkoagulasi.

Aplikasi Membran Hibrid Polisulfon-lempung pada Air Gambut

Untuk mendapatkan sampel air gambut hasil permeasi membran dilakukan dengan cara memasukkan sampel air gambut dalam sel filtrasi yang sebelumnya telah berisi membran hibrid polisulfon-lempung (PEL 1 dan PL 1) pada tekanan 3,5 bar. Volume permeat yang dihasilkan ditampung sampai volume 100 mL dan diukur pH, warna dan senyawa organik. Pengukuran dilakukan pada sampel air gambut awal (tanpa perlakuan membran) dan hasil permeasi (dengan perlakuan membran)

Penentuan pH Air Gambut

Penentuan pH air air gambut dilakuakn menggunakan pH meter Martini Instruments. Penentuan ditentukan dengan mencelupkan stick elektroda dari alat pH meter ke dalam sampel air gambut. Angka yang tertera pada monitor merupakan pH air gambut.

Penentuan Kandungan Warna Air Gambut

1. Pembuatan larutan induk skala warna 500 ppm Pt-Co

Dilartukan sebanyak 1,246 g K_2PtCl_6 dengan 25 mL akuades dan 1 g $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ dengan 25 mL akuades. Kedalam labu ukur 1000 mL, dicampurkan larutan K_2PtCl_6 dan $CoCl_2 \cdot 6H_2O$. Selanjutnya ditambahkan 100 mL H_2SO_4 pekat, larutan diencerkan dengan akuades hingga volume 1000 mL.

2. Penentuan panjang gelombang optimum

Diambil titik tengah larutan standar skala warna yang digunakan yaitu konsentrasi 25 ppm Pt-Co, lalu dimasukkan ke dalam kuvet spektrofotometer Uv-Vis. Panjang gelombang (λ) yang menghasilkan serapan maksimum pada kisaran 200-350 nm.

3. Pembuatan kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi larutan standar dibuat dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang optimum (λ) 300 nm. Larutan induk skala warna 500 ppm Pt-Co dipipet sebanyak: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5 dan 5,0 mL. Masing-masing larutan ditambahkan akuades sampai volume 50 mL, sehingga menjadi larutan standar skala warna: 5, 10, 25, 30, 35, 40, 45 dan 50 ppm Pt-Co.

4. Pengukuran kandungan warna air gambut

Absorbansi sampel air gambut diukur pada panjang gelombang (λ) 300 nm. Konsentrasi air gambut awal dan air gambut hasil permeasi membran hibrid polisulfon-lempung ditentukan dari kurva kalibrasi larutan standar Pt-Co.

Penentuan Senyawa Organik Air Gambut

Penentuan kandungan zat organik air gambut dihitung dari nilai permanganat yang dilakukan secara titrimetri. Senyawa organik yang ada dalam sampel air gambut dioksidasi dengan $KMnO_4$, direduksi dengan asam oksalat berlebih. Kelebihan

asam oksalat dititrasi kembali dengan $KMnO_4$.

Penentuan kandungan senyawa organik air gambut dilakukan dengan cara berikut, air gambut sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 300 mL, ditambahkan 3 butir batu didih. Kemudian ditambahkan beberapa tetes larutan $KMnO_4$ 0,01 N hingga larutan sampel berwarna merah muda. Selanjutnya ditambahkan 5 mL asam sulfat 8 N, larutan sampel dipanaskan pada suhu $105^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$, bila terdapat bau H_2S , pendidihan dilakukan beberapa menit. Ditambahkan 10 mL larutan baku asam oksalat 0,01 N. Akhirnya, larutan sampel dititrasi dengan larutan $KMnO_4$ 0,01 N hingga berwarna merah muda. Volume $KMnO_4$ pada titrasi dicatat.

$$KMnO_4(mg / L) = \frac{[(10 + a)b - (10 \times c)]}{d} \times 1 \times 31,6 \times 1000$$

Dalam hal ini, a adalah volume larutan $KMnO_4$ 0,01 N pada titrasi, b adalah normalitas $KMnO_4$, c adalah normalitas asam oksalat, dan d adalah volume sampel air gambut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN Pengukuran pH Air Gambut

Hasil pengukuran pH sampel air gambut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1.
Hasil Pengukuran pH Air Gambut

Sampel Air Gambut	pH
Tanpa Perlakuan	4,5
Membran	
Hasil Permeasi	7,0
Membran PEL 1	
Hasil Permeasi	6,7
Membran PL 1	

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa, pH air gambut awal bersifat asam, yang disebabkan oleh zat organik dan kation-kation terlarut dalam tanah gambut.

Oleh karena itu, air gambut dengan pH asam ini bersifat tidak baik untuk kesehatan dan jika dikonsumsi karena dapat menyebabkan kerusakan gigi dan menimbulkan sakit perut (Anonim, 2011).

Membran hibrid polisulfon-lempung dapat menaikkan pH air gambut. Membran PEL 1 dapat menaikkan pH sampel air gambut (pH= 7) lebih baik dibandingkan membran PL 1 (pH = 6,7). Perbedaan kenaikan nilai pH air gambut hasil permeasi membran ini disebabkan membran PEL 1 mempunyai ukuran pori lebih kecil, distribusi pori lebih merata dan jumlah pori yang lebih banyak dibandingkan membran PL 1, sehingga dapat merejeksi bahan-bahan terlarut dari sisa-sisa vegetasi yang telah melapuk dan mengalami humifikasi secara lebih baik.

Tabel 2.

Parameter pH, Warna dan Zat Organik dalam PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang syarat kualitas air minum

Jenis Parameter	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
ph	6,5 – 8,5
Warna	50 ppm Pt-Co
Zat Organik (KMO ₄)	10 mg/L

Sumber: Anonim (2010)

Berdasarkan hasil pengukuran pH sampel air gambut awal dan hasil permeasi membran PEL1 dan PL 1 menunjukkan bahwa sampel air gambut awal belum memenuhi syarat kualitas air minum (Tabel 2), sedangkan sampel air gambut hasil permeasi membran PEL 1 dan PL 1 memenuhi peraturan pemerintah tersebut.

Pengukuran Warna Air Gambut

Hasil pengukuran warna air gambut awal dan air gambut hasil permeasi membran PEL 1 dan PL 1 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3.

Konsentrasi Warna Air Gambut	
Sampel Air Gambut	Warna (ppm Pt-Co)
Tanpa Perlakuan	328

Membran	
Hasil Permeasi	29
Membran PEL 1	
Hasil Permeasi	154
Membran PL 1	

Berdasarkan Tabel 3. dapat dilihat bahwa konsentrasi warna sampe air gambut awal tinggi. Warna coklat kemerahan pada air gambut merupakan akibat dari tingginya kandungan zat organik (senyawa humus) terlarut, terutama dalam bentuk asam humus dan turunannya. Asam humus tersebut berasal dari dekomposisi bahan organik seperti daun, pohon atau kayu dengan berbagai tingkat (Notodarmojo, 1994).

Penggunaan membran PEL 1 dan PL 1 pada proses pemisahan zat warna dapat menurunkan konsentrasi warna air gambut. Persentase penurunan konsentrasi warna air gambut hasil permeasi membran PEL 1 adalah sebesar 91% , sedangkan membran PL 1 hanya mampu menurunkan konsentrasi warna air gambut sebesar 53%.

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi warna sampel air gambut awal dan hasil permeasi membran PEL 1 dan PL 1 (Tabel 3) diketahui bahwa konsentrasi warna sampel air gambut hasil permeasi membran PEL 1 memenuhi syarat kualitas air minum (Tabel 2). Namun konsentrasi warna sampel air gambut hasil permeasi membran PL 1 belum memenuhi permenkes tersebut. Kondisi ini disebabkan membran hibrid PL 1 hanya dapat merejeksi sebagian kecil asam humus terlarut penyebab warna pada air gambut seperti asam humat, asam fulvat dan humin karena mempunyai ukuran pori membran PL 1 lebih besar dibandingkan ukuran molekul asam humus tersebut.

Pengukuran Zat Organik Air Gambut

Hasil pengukuran senyawa organik air gambut dicantumkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Senyawa Organik Air Gambut

Sampel Air Gambut	Zat Organik (mg/L)
Tanpa Perlakuan	370,98
Membran	
Hasil Permeasi	18,25
Membran PEL 1	
Hasil Permeasi	35,25
Membran PL 1	

Berdasarkan Tabel 4. diketahui bahwa, kandungan senyawa organik sampel air gambut awal

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa kandungan senyawa organik sampel air gambut awal tinggi. Senyawa organik ini, berasal dari senyawa humus terlarut beserta turunannya. Sampel air gambut awal ini tidak layak dikonsumsi karena dapat mengganggu kesehatan.

Penggunaan membran hibrid polisulfon-lempung PEL 1 dan PL 1 sebagai media penyaring dapat menyisihkan senyawa organik sampel air gambut. Persentase penyisihan senyawa organik dalam sampel air gambut hasil permeasi membran PEL 1 adalah sebesar 95 %, sedangkan membran PL 1 hanya mampu menyisihkan senyawa organik sampel air gambut sebesar 90,5 %,

Dari hasil tersebut ditunjukkan bahwa membran PEL 1 dapat menyisihkan senyawa organik lebih tinggi dibandingkan membran PL 1. Hal ini disebabkan proses pemisahan menggunakan membran bergantung pada perbandingan ukuran pori membran dengan diameter atau ukuran molekul yang akan dipisahkan (Mulder, 1996). Ukuran pori membran PEL 1 kecil dari membran PL 1, sehingga membran PEL 1 mampu merejeksi senyawa organik lebih baik dibandingkan membran PL 1.

Secara umum, persentase penyisihan senyawa organik pada membran PEL 1 dan PL 1 tinggi (90,5%-95%), namun belum memenuhi syarat kualitas air minum (Tabel 2). Hal ini berarti, membran PEL 1 dan PL 1

belum dapat merejeksi senyawa organik berukuran molekul < 100000 g/mol yang kemungkinan berasal dari asam fulvat (Collet, 2007). Kondisi ini kemungkinan disebabkan fungsi lempung sebagai aditif tidak maksimal karena ukurannya yang besar (lolos ayakan = 200 mesh) , sehingga kurang merata terdistribusi dalam matriks polimer membran.

4. KESIMPULAN

Dari hasil aplikasi membran hibrid polisulfon-lempung pada air gambut, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Membran PEL 1 dan PL 1 dapat menurunkan pH air gambut, sehingga memenuhi PERMENKES No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang syarat kualitas air minum.
2. Membran PEL 1 dapat menurunkan warna air gambut sesuai permenkes tersebut.
3. Membran PEL 1 dan PL 1 dapat menyisihkan senyawa organik dalam sampel air gambut (90,5%-95%) , namun kedua membran belum dapat menyisihkan senyawa organik air sesuai Permenkes.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., 2010, Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES Per/IV/ 2010 tentang Persyaratan kualitas air minum. Departemen Kesehatan, www.depkes.go.id, diakses 25 Mei 2013.
- Baker, R.W., 2004, Membrane Technology and Applications, 2nd ed, John Wiley & Sons, Ltd.,Chichester.
- Collet., 2007, Humus, Humic Acid and Humates, [http://www.chelated trace mineral.com](http://www.chelatedtrace mineral.com), diakses 28 april 2012.
- Javiya, S. Yogesh, Gupta, S. Singh, K & Bhattacharya, A., 2008, Porometry

- Studies of The Polysulfone Membranes on Addition of Poly(Ethylene Glycol) in Gelation Bath During Preparation, *J.Mex.Chem. Soc* 52 (2): 140-144
- Kasukabe, K. Ichiki, K. Hayasi, J. Maeda, H. and Morooko, S., 1996, Preparation and Characterization of Silica Polyamide Composite Membrane Coated on Porous Tubes for CO₂ Separation, *Journal Membrane Science* 115: 65-75.
- Mulder, M., 1996, *Basic Principles of Membrane Technology*. Second edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Nadarlis., 2012, Identifikasi dan Karakterisasi Lempung Alam Desa Palas Kecamatan Tampan dan Desa Talanai Teratak Buluh Kecamatan Siak Hulu, Skripsi Jurusan Kimia FMIPA UR, Pekanbaru.
- Notodarmojo S., 1994, *Pengolahan Air Berwarna: Kajian Terhadap Studi Laboratorium*, Makalah Lokakarya Pengolahan Air Berwarna, Palangkaraya.
- Otto S., 1987, *Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Djambatan, Jakarta.
- Syarfi S. H., 2007, *Rejeksi Zat Organik Air Gambut Dengan Membran Ultra Filtrasi*. *Jurnal Sains dan Teknologi* 12: 9-14.

