PENGGUNAAN MEMBRAN KERAMIK MODIFIKASI DENGAN TITANIA DALAM PENJERNIHAN AIR RAWA GAMBUT

Admin Alif[1], Olly Norita Tetra[1] dan Mai Efdi[2]
1 Laboratorium Elektro/Fotokimia, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Andalas
2 Laboratorium Kimia Organik, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Andalas

Email : adminalif@unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang penggunaan membran keramik modifikasi dengan titania dalam penjernihan air rawa gambut. Bahan dasar membran keramik berasal dari keramik komersial dari berbagai merek dagang. Membran keramik dimodifikasi dengan titania melalui proses sol-gel dan menggunakan titanium isopropoksida sebagai precursor, dietanol amin sebagai aditif serta isopropanol sebagai pelarut. Tingkat penjernihan diukur berdasarkan pengurangan serapan air rawa gambut pada daerah panjang gelombang 200 – 600 nm yaitu daerah serapan dari komponen huntat yang terdapat dalam air rawa gambut. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa tingkat penjernihan ditentukan oleh jenis keramik dan derajat pelapisan. Kondisi optimum untuk keramik A dengan ketebalan 1 mm, yaitu dengan tingkat penjernihan ±80% pada pelapisan 5 kali sedangkan untuk keramik B dengan ketebalan yang sama, tingkat penjernihan mencapai ±80% untuk pelapisan 3 kali. Hasil uji parameter kimia dan biologi memperlihatkan air gambut hasil penyaringan dengan membran keramik modifikasi pada kondisi optimum memenuhi standar air baku air minum.

Keyword : Air rawa gambut, membran, keramik, proses sol-gel, titania

I. PENDAHULUAN

Air rawa gambut merupakan air permukaan dari tanah gambut yang berwarna merah kecoklatan, bersifat asam, berbau kurang sedap, dan kandungan zat organik yang relatif tinggi. Warna merah kecoklatan dari air rawa gambut ini disebabkan komponen asam humatnya, disamping komponen asam fulvat dan humin.[1,2,3]

Penjernihan air rawa gambut dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain melalui koagulasi, filtrasi dan sedimentasi. Proses koagulasi umumnya menggunakan bahan-bahan kimia sedangkan proses filtrasi dengan cara tradisional masih menggunakan pasir tidak efektif untuk air rawa gambut. Salah satu cara yang dapat dikembangkan untuk mengolah atau untuk menjernihkan air

Diseminarkan pada Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN Indonesia Bagian Barat Bidang MIPA tanggal 10-11 Mei 2010 di Pekan Baru

rawa gambut adalah filtrasi dengan menggunakan membran keramik. Membran keramik merupakan salah satu bagian dari membran padat yang memiliki pori-pori yang kecil, ukuran diameter lobang penyaring (pori-pori) dari membran keramik yaitu berkisar dari 0.01 μm sampai 10 μm. Namun ukuran pori ini masih terlalu besar untuk ukuran asam humat yang terdapat dalam air rawa gambut.

Hasil penelitian pendahuluan memperlihatkan bahwa membran keramik modifikasi memberikan efek yang cukup baik dibandingkan tanpa modifikasi. Pelapisan dengan TiO_2 memberikan pengaruh yang jauh lebih signifikan dalam penjernihan air rawa gambut dan bahkan untuk 4 kali pelapisan tingkat penjernihan telah mencapai 71 %. Disamping itu hal ini juga dapat menaikkan pH dan menurunkan COD, namun penelitian ini baru bersifat pendahuluan dalam skala yang sangat kecil. Oleh sebab itu dalam penelitian ini akan dilakukan dalam skala yang lebih besar dan analisa lebih dikembangkan terhadap aspek-aspek yang dipersyaratkan dalam air minum.

2. METODA DAN BAHAN

2.1 Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan adalah : Pompa, pipa paralon dan water moor dengan berbagai diameter, wadah plastik (50 x 40 x 20) cm, XRF spektrometer,Scanning Electron Microscopy (SEM),Spektrofotometer UV-Vis dan Furnace.

Bahan-bahan yang digunakan adalah bahan keramik dengan merek yang berbeda,DEA, Isopropanol,TIP, NaOH, H_2SO_4 dan aquadest.

2.2 Sampel Air Rawa Gambut

Sampel air rawa gambut berasal dari 2 daerah yaitu dari Tiku, Kab Agam, Sumatera Barat dan Rengat, Kab Indragiri Hulu.

2.3 Prosedur Kerja

Tahap pertama adalah mempersiapkan membran keramik dari berbagai jenis keramik menjadi berbagai ukuran, keramik kemudian diasah permukaannya sehingga didapatkan keramik dengan ketebalan tertentu dan siap untuk dimodifikasi dengan titania.

Tahap kedua dilakukan modifikasi permukaan membran keramik dengan titania melalui proses sol-gel dengan berbagai ketebalan (ulangan).

Tahap ketiga adalah memperlakukan air rawa gambut dengan membran yang sudah dimodifikasi pada berbagai ketebalan.

Tahap akhir adalah terhadap air hasil pengolahan dilakukan berbagai uji kelayakan yang dipersyaratkan untuk air minum, persyaratan fisik, persyaratan kimia dan mikrobiologi dan kapasitas penyaringan.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Penyiapan Keramik Dasar

Bahan keramik dasar dibuat dalam ukuran dan ketebalan tertentu. Komponen kimia dari bahan keramik yang digunakan dianalisa dengan XRF seperti terlihat pada Tabel 1.

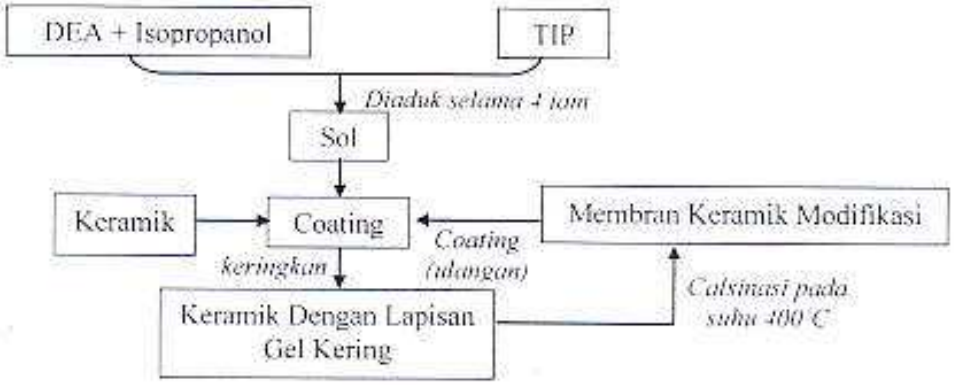
Tabel 1. Komposisi kimia bahan keramik yang digunakan sebagai bahan dasar hasil pengukuran dengan XRF spektrometer di PT Semen Padang

Komposisi (%)	Keramik A	Keramik B
SiO_2	64.05	65.09
Al_2O_3	18.37	17.15
Fe_2O_3	5.45	6.43
CaO	7.19	7.11
MgO	1.10	0.76
Hilang Pijar	2.16	2.13

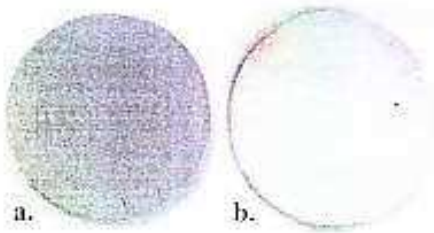
Modifikasi Membran Keramik Dengan Titania

Keramik yang telah diolah menjadi berbagai ukuran dan ketebalan sebenarnya sudah merupakan membran, bahan berpori. Namun ukuran pori sangat besar bila dibandingkan dengan ukuran molekul bahan organik terlarut yang terdapat dalam air gambut yaitu senyawa-senyawa humat. Oleh sebab itu ukuran pori tersebut diperkecil dengan melakukan pelapisan dengan titania.[1] Pelapisan ini dilakukan dengan metoda sol-gel seperti terlihat pada diagram pelapisan. Gambar 1 dan contoh hasil pelapisan tersebut terlihat pada Gambar 2. Pelapisan dapat diulangi untuk mendapatkan kondisi optimum pelapisan sehingga didapatkan membran

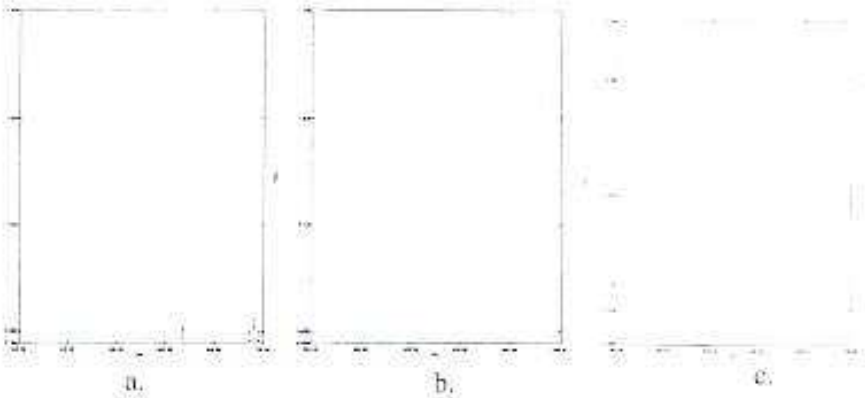
modifikasi yang fungsinya sebagai penyaring dari bahan organik terlarut dalam air gambut juga optimum.



Gambar 1. Diagram proses pelapisan keramik dengan metoda sol-gel



Gambar 2. Hasil pelapisan keramik dengan titania melalui metoda sol-gel (a. sebelum dilapisi titania. b. Setelah dilapisi titania)



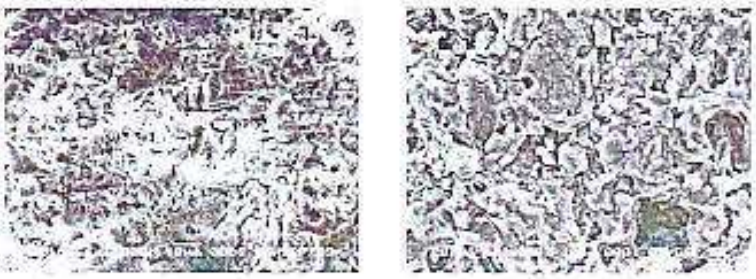
Gambar 3. Spektrum serapan air rawa gambut sebelum dan sesudah penyaringan dengan keramik A.

Ket : a. Sebelum penyaringan, b. Sesudah penyaringan dengan membran keramik pelapisan 1 kali
c. Sesudah penyaringan dengan membran keramik pelapisan 5 kali

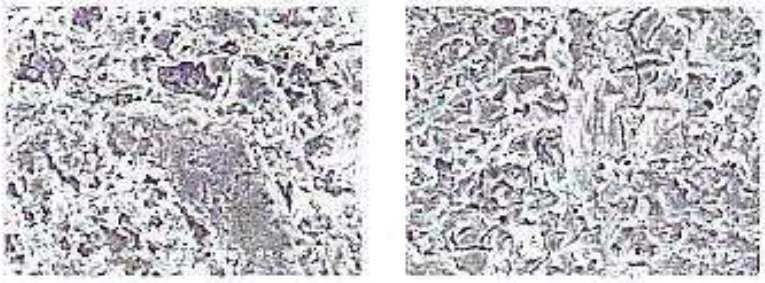
Pada pelapisan satu kali membran keramik hanya dapat menurunkan absorban air gambut dari 1.50 menjadi 1.45 (dengan tingkat penjernihan hanya ±3.3 %).

Sedangkan dengan pelapisan 5 kali tingkat penjernihan telah mencapai 80 % (Gambar 3). Ini menandakan tidak ada hubungan linicar antara derajat penjernihan dengan pelapisan dan sekaligus menandakan distribusi berat molekul atau ukuran senyawa organik (senyawa humat) dalam air gambut adalah bervariasi.

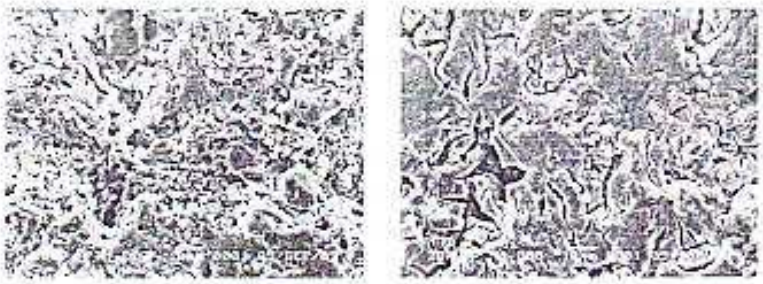
Membran keramik yang telah dimodifikasi memperlihatkan permukaan yang lebih halus namun masih memiliki pori-pori yang cukup besar dan tidak terlalu berbeda dari membran keramik yang tidak dimodifikasi (Gambar 4). Hal yang sama juga terlihat pada membran keramik modifikasi yang lain, keramik B dan C (Gambar 5 dan 6).



Gambar 4. Foto SEM membran keramik A sebelum dan setelah modifikasi dengan Titania (perbesaran 1000 kali)



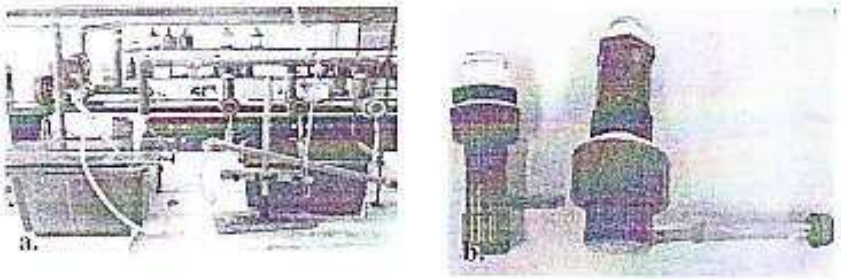
Gambar 5. Foto SEM membran keramik B sebelum dan setelah modifik dengan Titania (perbesaran 1000 kali)



Gambar 6. Foto SEM membran keramik C sebelum dan setelah modifikasi dengan Titania (perbesaran 1000 kali)

Perancangan Sistem Penyaringan dengan Membran Keramik Modifikasi

Sistem penyaringan air gambut dengan menggunakan pompa air sederhana yang sistem alirannya dibagi tiga bagian dengan menggunakan pipa paralon (Gambar 7 (a)). Satu bagian aliran diarahkan melalui membran yang ditempatkan dalam sebuah water moor yang dimodifikasi sehingga dapat dihubungkan dengan water jet (pemvakum) (Gambar 7 (b)). Bagian kedua alirannya dikembalikan ke dalam wadah air gambut. Pada ujung pipa bagian kedua ini dilengkapi dengan sebuah kran yang dapat digunakan untuk mengatur aliran. Pada bagian yang lainnya (bagian aliran ketiga) pada ujung pipa paralonnya ditempatkan sebuah water jet (yang dapat berfungsi sebagai pemvakum). Air yang keluar dari water jet juga dikembalikan ke wadah air gambut. Dengan demikian sistem aliran adalah sistem tertutup atau sistem sirkulasi. Dalam sistem seperti ini dapat digunakan beberapa buah water moor yang dipasang secara paralel dan untuk sistem yang telah dirancang ini dapat ditempatkan 3 water moor. Air yang keluar melalui membran keramik adalah air bersih yaitu air yang telah jernih seperti terlihat pada Gambar 8



Gambar 7. (a) Instalasi penyaringan air rawa gambut menggunakan membran keramik dengan bantuan sistim pemvakuman (b) Water moor yang dimodifikasi dalam instalasi penyaringan air rawa gambut

Gambar 8. Air rawa gambut sebelum (1) dan setelah penyaringan dengan membran keramik modifikasi B (2) dan membran keramik modifikasi A (3).

Analisa Kimia dan Mikrobiologi Air gambut Hasil Penyaringan Dengan Membran Keramik Modifikasi

Beberapa parameter kimia dari air gambut hasil penyaringan dengan membran keramik modifikasi dengan titania diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Beberapa parameter kimia air gambut sebelum dan setelah penyaringan dengan membran keramik modifikasi dengan titania.

Parameter	Satuan	Kode Sampel			
		1	2	3	4
pH	-	6.77	6.89	-	6.80
Warna	TCU	266.713	1510.988	-	76.415
COD	mg/L	71.440	57.152	-	25.718
Clorida (Cl)	mg/L	4.999	4.747	-	3.777
NH_3-N	mg/L	0.235	0.258	-	0.221
Kalsium (Ca)	mg/L	12.679	11.574	9.216	10.469
Magnesium (Mg)	mg/L	8.980	7.987	8.180	7.132
Aluminium (Al)	mg/L	4.137	4.741	-	1.417
Crom (Cr)	mg/L	2.431	2.353	-	1.061
Tembaga (Cu)	mg/L	1.909	2.007	1.243	1.146
Cadmium (Cd)	mg/L	1.765	1.718	1.544	1.607
Lead (Pb)	mg/L	0.444	0.470	0.288	0.343
Besi (Fe)	mg/L	5.824	6.955	2.500	2.766
Kalium (K)	mg/L	13.842	12.599	11.711	10.645
Mangan (Mn)	mg/L	1.577	1.813	0.563	0.631
Zink (Zn)	mg/L	2.020	2.450	-	1.268

Ket : 1 : air gambut awal
2 : air gambut yang telah mengalami sirkulasi melalui pompa selama beberapa waktu (tidak melalui membran)
3 : air gambut setelah melalui membran keramik modifikasi A, dilapisi 6 kali
4 : air gambut setelah melalui membran keramik modifikasi B, dilapisi 3 kali

Kandungan ion logam maupun nonlogam menurun setelah melalui membran. Air rawa gambut yang telah mengalami sirkulasi cukup lama melalui pompa (tidak melalui membran) warnanya menjadi lebih pekat, karena telah terjadi korosi paduan logam pada pompa terutama ion besi tembaga dan zink yang dapat membentuk kompleks dengan senyawa humat dalam air gambut.

Parameter mikrobiologi dari air rawa gambut sebelum dan setelah penyaringan juga telah diamati (Tabel 3). KeramikA yang telah dilapisi dengan titania 6 kali dapat menurunkan nilai MPN *E.coli* dari 10 menjadi 2.2 dan kandungan *coliform* dari 21 menjadi 7, sedangkan total koloni dapat diturunkan dari 191 x 10^3 menjadi 59 x 10^3/100 mL.

Tabel 3. Beberapa parameter mikrobiologi air gambut sebelum dan setelah penyaringan dengan membran keramik modifikasi dengan titania.

Jenis Bakteri	Sebelum Penyaringan	Setelah Penyaringan	
		B-63	A-76
Coliform	21.0	16.9	7.0
E.coli	10.0	8.8	2.2
Total Koloni	191 x 10^3	182.7 x 10^3	59.7 x 10^3

Dari klasifikasi air maka berdasarkan parameter kimia dan kandungan mikroorganisme maka air hasil penyaringan dengan membran keramik ini telah dapat dikelompokkan kedalam kualitas baik untuk dijadikan air baku air minum.

Kapasitas Penyaringan Dari Membran Keramik Modifikasi

Kapasitas penyaringan dalam bentuk fluk aliran melalui membran keramik modifikasi dinyatakan dalam mL/m^2s. Hasil pengukuran memperlihatkan fluk aliran yaitu 13 mL/20 menit melalui membran keramik dengan diameter 1 inch yang setara dengan 22 mL/m^2s . Fluk aliran ini relatif kecil bila dibanding fluk aliran membran poliamida atau membran selulosa acetat karena membran keramik modifikasi titania masih terlalu tebal. Titania tidak hanya melapisi permukaan tetapi dapat memasuki seluruh pori-pori yang ada dalam keramik tersebut. Disamping itu membran keramik yang digunakan ketebalannya tidak homogen (tidak sama) karena hanya dibuat secara manual.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian terhadap penggunaan membran keramik modifikasi dalam pengolahan air gambut menjadi air minum diperoleh kesimpulan sebagai berikut : Membran keramik modifikasi dapat menghilangkan kandungan komponen humat air rawa gambut yang efektifitasnya ditentukan oleh derajat pelapisan dimana untuk pelapisan 5 kali tingkat penjernihan mencapai 80%. Baik berdasarkan

parameter kimia maupun biologi maka air hasil pengolahan dengan membran keramik modifikasi adalah layak untuk dijadikan sebagai air baku air minum.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Kami ucapkan terimakasih karena penelitian ini disponsori oleh dana Hibah Strategis Nasional dengan surat perjanjian nomor 120/H.16/PL/HB.PSN/IV/2009.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alif, A., (2008). Penggunaan Membran Keramik Modifikasi Dengan TiO_2 dan SiO_2 Dalam Penjernihan Air Rawa Gambut, Proceeding: *Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN Wilayah Barat,Bidang MIPA*. Universitas Bengkulu. 13-14 Mei 2008.
2. Schater A.I., A.G., Fane, T.D., Waite, (2005). Nanofiltration-Principles and Applications. *Elsevier advanced Technology*. Kidlington, Oxford
3. Weller, T., Mark, (1994), *Inorganic Material Chemistry*. Oxford University In Press, pp. 26 – 36.
4. Kusnaedi, (2000). *Mengolah Air Rawa Gambut dan Air Kotor Untuk Minum*. Edisi ke-3. Penebar Swadaya, Jakarta. pp. 3-24
5. Cotton and Wilkinson, (1976), *Basic Inorganic Chemistry*. Wiley International edition, New York.
6. Aiken, G.A. et al., J.T., Yates, (1995), Photocatalysis on TiO_2 Surface Principle Mechanism and Selected Result, *Chem Review*, pp.735 -758
7. Ernawati Nur, (2002). Pemanfaaan Lahan Gambut Untuk Tanaman Pertanian. *Makalah Pengantar Falsafah Sains (PPS702)*. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
8. Haworth, R.D. (1971). *The Chemical Nature Of Humic Acid. Soil Science*, Vol. 3, no 1, William and Willkins Co., USA, pp. 71-79
9. http:id//Wikipedia.org/wiki/Pembicaraan Keramik, 5 Juli 2007
10. Linsebigler A.I.., G.Lu., J.T., Yates, (1995), Photocatalysis on TiO_2 Surface Principle Mechanism and Selected Result, *Chem Review*, pp. 95
11. Kim H.Tan., (1998). *Principles of Soil Chemistry* 3rd, Marcel Dekker, Inc, New York.