

KINERJA FILTER KERAMIK DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PUPUK UREA

Subriyer Nasir, M.Hatta Dahlan, David Bahrin, Atikah, Septha Ambarrini, Reni Aprillia

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Prabumulih Indralaya Ogan Ilir 30062 Sumatera Selatan
e-mail: subriyer@unsri.ac.id

Abstract

The purpose of this research is to design a system for liquid waste processing equipment using a ceramic membrane filtration method. The filter media made from a mixture of clay and fly ash in certain composition and placed within the fiberglass module (housing). The experimental rig is equipped with PVC piping system and a flowmeter, pressure gauge, and the circulation pump. The liquid waste will be tested are derived from secondary effluent of a fertilizer processing industry. Parameters to be analyzed is the feed flow rate, permeate flow rate, TSS, pH, and ammonia according to the Indonesian National Standard (SNI) of effluent water quality. Results shown that the filter can reduced the ammonia and Total Suspended Solid up to 96 and 90,7% respectively.

Keywords: Filtration, Membrane, Clay, Fly-ash

1. Pendahuluan

Pengolahan limbah oleh suatu industri merupakan upaya terakhir dalam sistem produksi setelah sebelumnya dilakukan optimasi dan pengendalian proses produksi. Pengolahan limbah dimaksudkan untuk menurunkan tingkat pencemaran terhadap lingkungan. Untuk itu diperlukan teknik pengolahan yang tepat agar limbah yang dihasilkan tidak menimbulkan masalah baru terhadap lingkungan.

Sistem filtrasi menggunakan membran telah lama dikenal dalam pengolahan air, baik untuk kebutuhan air minum atau air untuk keperluan industri. Kebanyakan membran terbuat dari polimer, polisulfonat atau campuran bahan padat seperti keramik. Membran keramik dapat digunakan untuk pemisahan cair-cair atau pavorasi gas. Masalah yang sering dijumpai dalam pemakaian membran keramik untuk pengolahan limbah cair adalah sifat mekanis filter yang dihasilkan cenderung menjadi mudah rapuh dan patah (*brittle*). Diperlukan zat-zat aditive yang dapat mengurangi sifat brittle, memiliki ketahanan terhadap suhu tinggi, stabilitas kimia yang baik, dan anti microbial.

Pada penelitian ini output dari pengolahan limbah industri pupuk urea berupa limbah cair yang telah diproses dan siap dibuang mengalami pengolahan lanjutan menggunakan sistem filtrasi dengan filter keramik yang terbuat dari tanah liat, serbuk besi dan fly-ash untuk menurunkan pencemaran air limbah ke tingkat yang relatif aman terhadap lingkungan. Selain itu produk akhir proses filtrasi (permeat) dapat dimanfaatkan kembali sebagai *cooling water* atau air umpan boiler (*Boiler Feed Water*) setelah dilakukan tahap pemurnian lanjutan.

2. Dasar Teori

2. 1. Jenis Membran dan Karakterisasinya

Berbeda dengan distilasi, pemisahan dengan membran lebih didasarkan pada ukuran partikel dan berat molekul solut. Membran mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan

proses distilasi diantaranya lebih hemat energi, proses pemisahan dapat secara kontinu, serta tidak memerlukan lahan yang luas. Proses membran dapat digabungkan dengan proses lainnya (*hybrid process*). Berdasarkan jenis ukuran partikel yang dapat dipisahkannya maka membran dapat diklasifikasikan sebagai berikut a) Mikrofiltrasi (MF), b) Ultrafiltrasi dan d) Nanofiltrasi.

Pada dasarnya ada dua tipe proses pemisahan, yaitu filtrasi laminer (*dead-end*) dan filtrasi tangensial (*cross flow*). Dalam filtrasi laminar, aliran umpan tegak lurus ke permukaan membran, sehingga partikel-partikel terakumulasi dan membentuk suatu lapisan pada permukaan membran yang akan menyebabkan menurunnya fluks membran. Dalam filtrasi tangensial umpan mengalir sepanjang permukaan membran hingga sebagian saja yang terakumulasi.

Kinerja atau efisiensi perpindahan didalam membran ditentukan oleh dua parameter yaitu fluks dan rejeksi. Permeabilitas sering disebut juga sebagai kecepatan permeat atau fluks adalah ukuran kecepatan suatu spesi melewati membran persatuan luas dan waktu dengan gradien tekanan sebagai gaya pendorong. Faktor yang mempengaruhi permeabilitas adalah jumlah dan ukuran pori, interaksi antara membran dan larutan umpan, viskositas larutan serta tekanan dari luar.

Selektifitas yang parameternya dinyatakan sebagai koefisien penolakan atau koefisien rejeksi adalah ukuran kemampuan membran menahan suatu spesi. Faktor yang mempengaruhi selektifitas adalah besarnya ukuran partikel yang akan melewatinya, interaksi antara membran dan larutan umpan dan ukuran pori.

2.2. Membran Keramik

Membran keramik merupakan tipe membran yang relatif baru karena skala komersialnya baru diperkenalkan pada pertengahan tahun 1980an oleh Membralox USA. Membran jenis ini digunakan pada crossflow filtration untuk larutan yang mengandung konsentrasi partikel yang tinggi. Membran keramik berpori adalah asimetrik dengan ketebalan support sekitar 1–3 mm. Lapisan mikrofiltrasi biasanya berukuran 10–30 μm dan oksida yang umum digunakan untuk membran adalah zirconia (ZrO_2) dan alumina (Al_2O_3). Membran ultrafiltrasi tebalnya hanya beberapa micrometer dan terbuat dari alumina, zirconia, titania (TiO_2) dan cerium (CeO_2). Membran nanofiltrasi ketebalannya kurang dari 1 μm , umumnya terbuat dari zirconia dan titania. Support dan lapisan mikrofiltrasi dihasilkan dari teknik keramik klasik, dimana proses sol-gel digunakan untuk lapisan ultra dan nanofiltrasi. Membran keramik kebanyakan dibuat dalam dua bentuk geometri utama : tubular dan flat. Membran keramik terutama yang berbasis Palladium telah lama digunakan pada mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi karena sifatnya yang stabil terhadap pengaruh panas, bahan kimia dan solvent

Kelebihan membran keramik terletak pada stabilitas termalnya yang baik, tahan terhadap senyawa kimia, degradasi biologis ataupun mikroba, dan relatif mudah untuk dibersihkan dengan cleaning agent. Kekurangan membran keramik terutama timbul dari proses preparasinya dimana sangat sulit mencapai kualitas produk akhir yang reproducible. Hal ini karena pada dasarnya sifat brittle dari membran keramik membuatnya lebih mahal daripada membran polimer.

Parameter yang mempengaruhi performansi pada filtrasi adalah larutan umpan, membran dan kondisi filtrasi. Tiga fenomena utama sehubungan perpindahan solvent dan solut selama filtrasi membran adalah polarisasi, perpindahan massa internal dan fouling. Aliran dalam membran keramik terjadi melalui ruang intergranular pada lapisan atas, sublapisan pori dan support, sedangkan pada membran polimer terjadi melalui jaringan kontinu pada bukaan. Adanya oksida logam menghasilkan muatan listrik sehingga performance permukaan material keramik lebih kuat, selain tergantung pada pH dan kekuatan ionic larutan dibandingkan material polimer.

Umumnya membran dapat dibuat dari bermacam-macam material seperti keramik, kaca, atau logam. Membran keramik umumnya terbuat dari campuran senyawa-senyawa metal (logam)

seperti Silika, Alumina dan Zirkonia. Secara fisik, membran keramik dapat berbentuk tube atau disk, bersifat porous sehingga operasi membran jenis ini kebanyakan adalah *dead-end*.

2.3. Karakteristik Limbah Cair

Indikator untuk melihat tingkat pencemaran terhadap air diantaranya sifat fisis dan sifat kimia air seperti pH, turbiditas (kekeruhan), warna, bau, total padatan terlarut, suhu, daya hantar listrik. Pada umumnya kualitas limbah cair dapat diketahui dari beberapa parameter yaitu DO (Dissolved Oxygen), BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), material organik, lemak dan minyak, fenol, alkalinitas, fosfat, sulfur, logam berat dan beracun, gas metan (CH_4), nitrogen, keasaman air, dan kesadahan. Pemeriksaan biologis limbah cair dimaksudkan untuk mengetahui keberadaan bakteri patogen dan non-patogen, jamur, ganggang serta virus yang berada didalam air limbah.

2.4. Dampak Limbah cair Industri Pupuk Urea Terhadap Perairan

Senyawa nitrogen yang terdapat dalam effluent industri menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen di perairan. Nitrogen dalam bentuk NH_3 , NH_4 , NO_2 , dan NO_3 biasanya terdapat dalam limbah, baik dalam limbah domestik maupun limbah industri. NH_3 merupakan senyawa toksik bagi ikan bila melebihi ambang batas yang diizinkan. Kadar ammonia yang terlalu tinggi menyebabkan mortalitas bagi kehidupan di perairan tawar. Pada kenyataannya, walaupun terdapat sejumlah ammonia, terdapat indikasi terjadinya pengurangan dalam proses dekomposisi. Emisi dari N menyebabkan timbulnya permasalahan eutrofikasi. Nitrifikasi dari ammonia dan ammonifikasi dari urea yang diikuti oleh nitrifikasi menjadi penyebab besarnya konsentrasi nitrat yang melebihi standar air minum yang diperbolehkan. Ammonia sangat larut dalam air sehingga beberapa diantaranya dapat dengan mudah masuk ke air dari udara. Ammonia maupun urea akan menjadi nitrat melalui proses degradasi biologi. Nitrat ini dapat menjadi masalah kesehatan yang serius bagi manusia bila terakumulasi. Nitrat dalam air minum diketahui menjadi masalah apabila melebihi 10 ppm.

Suspended solid (senyawa padatan tersuspensi) dalam air dapat meningkatkan turbiditas dan mengurangi penetrasi cahaya sehingga mengganggu tanaman. Di dasar perairan, proses dekomposisi akan meningkat dan menekan organisme lain yang membutuhkan oksigen. Produk dekomposisi anaerobic dilepaskan ke permukaan air sehingga menambah BOD di air. Aktivitas anaerobik dapat memproduksi hidrogen sulfida dan membunuh ikan.

Total Padatan Terlarut (TDS) berhubungan dengan korosi pada pipa, menekan hasil panen apabila digunakan untuk irigasi, dan pada tingkat yang tinggi mempengaruhi ikan dan organisme akuatik lainnya, dan menyebabkan air tidak layak untuk diminum.

Limbah dari proses industri menyebabkan beberapa perubahan pada pH yang diterima oleh badan air. Hal ini dapat mengganggu keseimbangan ekologi air. pH perlu dipertimbangkan sebagai parameter limbah cair dari effluent karena kehadiran ammonia yang toksik sangat tergantung pada pH alami air.

Untuk mengatasi limbah cair PT Pusri saat ini mempunyai sistem pengolahan yang terdiri Hydrolizer – Stripper Unit dan Biological Treatment Unit. Hydrolizer-Stripper Unit (UHS) dimaksudkan untuk mengolah air limbah yang mengandung ammonia dan urea tetapi tidak mengandung suspended solid. Pada UHS, urea yang ada dalam air limbah akan dihidrolisis menjadi ammonia dan karbon dioksida. Kemudian ammonia dan limbah dilucuti dengan menggunakan steam sebagai stripping agent. Off gas dari stripper yang mengandung uap air, ammonia dan karbon dioksida dikirim ke unit produksi urea untuk didaur ulang.

Biological Treatment Unit dibuat untuk mengolah air limbah yang mengandung ammonia dan urea dengan cara oksidasi biologis menggunakan mikroorganisme untuk menurunkan kadar BOD, COD, TSS, dan ammonia. Oksidasi biologis merupakan metode yang banyak digunakan dalam proses pengolahan ammonia dalam air limbah. Proses biologis ini terdiri atas beberapa

langkah yang melibatkan konversi ammonia menjadi nitrit dan nitrat (nitrifikasi) dan konversi nitrat dan nitrit menjadi gas namun membutuhkan waktu yang cukup lama. Limbah yang diolah di unit ini, berasal dari cecceran lantai, bekas cucian dan lain sebagainya yang konsentrasi limbahnya rendah. Hasil olahan langsung dialirkan ke Sungai Musi.

2.5. Studi Terkait Mengenai Pengolahan Limbah Menggunakan Membran

Pengolahan limbah cair menggunakan membran merupakan suatu upaya yang banyak dilakukan akhir-akhir ini dan telah menjadi fokus perhatian para ahli dalam dekade terakhir.. Membran yang dirancang dalam penelitian ini adalah jenis Mikrofiltrasi/Ultrafiltrasi yang dibuat dari tanah liat dan abu terbang batu bara (fly-ash) dengan pertimbangan bahwa material ini banyak terdapat di Indonesia sehingga kemungkinan aplikasi komersialnya akan lebih luas. Sebagaimana diketahui membran keramik tidak saja dapat digunakan untuk pemisahan padat-cair, cair-cair namun dapat digunakan pada pavorasi gas-gas.

Berbagai studi yang dilakukan beberapa peneliti sebelumnya memperlihatkan bahwa limbah sekunder dari industri mempunyai prospek yang cukup baik sebagai sumber air di masa depan. Limbah sekunder sekunder yang telah diolah terbukti dapat digunakan sebagai *non-potable water* seperti untuk umpan sistem cooling tower. (Wijesinghe, et al. 1996). Kombinasi antara MF, UF dan RO juga dapat menghasilkan air dengan kualitas tinggi yang dapat digunakan pada industri elektronika (Qin, et al. 2005).

Eksperimen pengolahan limbah cair dari industri tekstil yang dilakukan oleh Sojka-Ledakowicz et al (Sojka-Ledakowicz, et al. 1998) menggunakan dua jenis membran (RO dan NF) menunjukkan bahwa RO mampu mereduksi chemical oxygen demand (COD) sampai 99.7%. Didapatkan juga persentase rejeksi dari zat warna hasil pengolahan dengan NF dan RO berturut-turut sebesar 99,4 dan 100%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kinerja RO lebih baik dari NF. Namun demikian, NF lebih efektif dari RO dalam menurunkan intensitas warna dari limbah tekstil. Hasil analisis ekonomi yang dilakukan oleh Rodriguez juga menyimpulkan bahwa limbah cair dapat dimanfaatkan sebagai sumber non-potable water dengan unit cost yang terjangkau (Rodriguez, et al. 2002)

Pada eksperimen dengan limbah cair hasil penyamakan menggunakan system RO dengan kapasitas 20,000 L/hari, Suthanthararajan et al (Suthanthararajan, et al. 2004) menunjukkan bahwa rejeksi TDS lebih besar dari 98% dengan Persentase Pemulihan Air Maksimum (maximum water recovery percentage) sebesar 78% dapat dicapai pada studi mereka. Diduga bahwa rendahnya persentase pemulihan air ini lebih disebabkan oleh pori membran yang tersumbat oleh endapan kalsium dan magnesium, scales, senyawa kompleks anorganik, dan keberadaan zat warna dan tannin dalam contoh limbah cair yang digunakan.

Studi selanjutnya yang dilakukan oleh Lee et al (Lee, et al. 2006) terhadap limbah cair pada industri baja menggunakan membran RO dan NF menunjukkan bahwa pada tekanan 2000 kPa dan suhu 25 °C, persentase pemulihan air hampir mencapai 100% dan untuk NF hanya 40%. Didapatkan juga bahwa fluks permeat untuk membran NF adalah sekitar dua kali lebih besar dari RO.

Penelitian yang pernah dilakukan dengan menggunakan membran keramik (Nasir, S et-al 2010) memperlihatkan bahwa membran keramik yang dibuat dengan perbandingan tertentu dari tanah liat dan abu batu bara ternyata cukup efektif dalam menurunkan TDS, logam berat dan juga amonia dari limbah cair industri pupuk urea. Salah satu kelemahan yang dijumpai adalah sifat membran yang rapuh dan mudah patah (brittle). Hal yang sama dengan membran keramik yang dibuat dari campuran tanah liat, zeolit, silika, dan mangan dalam pengolahan air rawa sebagai sumber air bersih (Iqbal, M et-al 2010).

3. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian skala laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pemisahan Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Alat dan bahan utama yang digunakan adalah filter keramik, flowmeter, selang plastik, pressure gauge, pipa PVC dan Pompa, pHmeter, TDS meter, gelas ukur, gelas erlenmeyer, AAS, tabung reaksi, kertas saring, oven, timbangan elektrik, limbah cair hasil pengolahan industri pupuk urea, larutan $H_2SO_4-AgSO_4$, $K_2Cr_2O_7-HgSO_4$ dan serbuk besi.

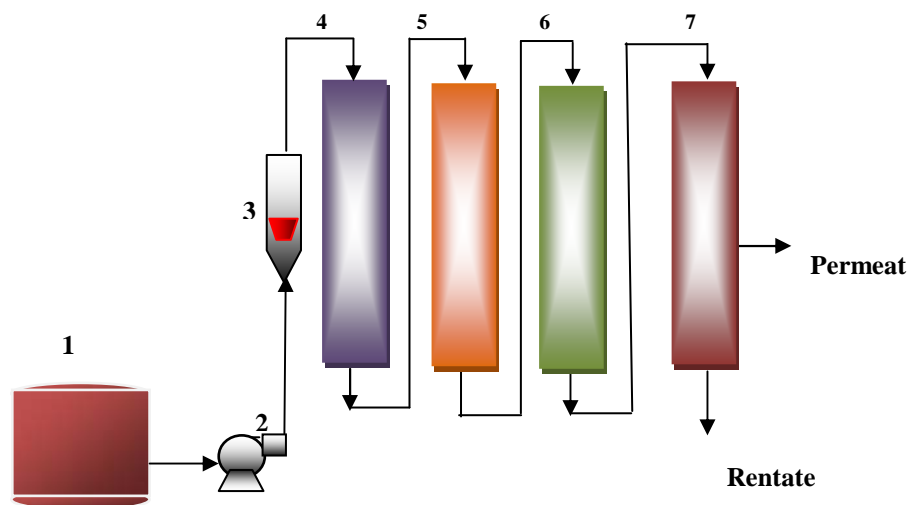
Limbah cair awal yang akan digunakan dalam eksperimen terlebih dahulu akan dianalisa sesuai dengan standard air buangan. Berbagai pemeriksaan yang dilakukan meliputi pH, TDS, dan amonia. Setelah proses fabrikasi membran selesai dan siap diujicoba maka variabel proses yang akan diteliti adalah waktu operasi, laju alir umpan dan jenis/komposisi filter keramik.

3.1. Proses Pembuatan Filter Keramik

Filter keramik yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari campuran tanah liat, fly-ash dan serbuk besi dengan komposisi berturut-turut : 80% : 20% : 0% , 79% : 20% : 1% , 77,5% : 20% : 2.5%, dan 75% : 20% : 5%. Ukuran partikel serbuk besi dan fly ash ditetapkan seragam yaitu 250 μm . Tanah liat, fly-ash dan serbuk besi dicampur dengan perbandingan komposisi di atas, ditambahkan air dan diaduk rata. Campuran dicetak dengan cetakan gips kemudian dikeluarkan dari cetakan, dikeringkan pada suhu kamar selama 7 hari dan dibakar pada suhu 900 – 1000 $^{\circ}C$ selama 12 jam. Dimensi filter yaitu diameter dalam = 4 cm, diameter luar = 5 cm, ketebalan= 1 cm, dan tinggi= 25 cm.

3.2. Skema peralatan dan sistem proses

Limbah cair industri pupuk urea ditampung pada tangki berkapasitas 250 Liter, untuk proses pengaliran digunakan pompa sentrifugal.. Instalasi ini terdiri atas empat housing, berturut berisi pasir silika, zeolit, karbon aktif, dan yang terakhir filter keramik. Limbah cair dari outlet kolam limbah PT. Pusri dialirkan dari tangki penampungan melalui pipa PVC dengan bantuan pompa berturut-turut melewati housing yang berisi pasir silika, zeolit, dan karbon aktif sebelum menuju filter keramik. Limbah cair yang mengalir ke dalam filter keramik tersebut akan merembes melewati pori-pori dinding. Kondisi operasi untuk masing-masing filter divariasikan antara laju alir inlet 7.5 liter/menit dan 10 liter/menit dengan waktu operasi selama 15, 30, 45 dan 60 menit.



Gambar 1. Rangkaian Alat Penelitian

(1. Tangki limbah, 2. Pompa 3. Flowmeter Umpan 4. Filter silika 5. Filter Zeolit, 6. Filter Karbon aktif, 7. Filter Keramik)

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Analisis sampel awal limbah cair industri pupuk urea

Debit limbah cair PT.Pusri yang telah mengalami proses pengolahan dan dibuang ke outlet adalah antara 458-460 m³/jam. Ini berarti rasio (beban pencemaran) antara jumlah limbah cair yang dibuang dan jumlah produksi urea (ton) adalah antara 1,71 sampai 1,92. Hasil analisis awal terhadap limbah cair ditampilkan pada Tabel 1. berikut:

Tabel 1. Hasil analisis sampel awal limbah cair PT. Pusri

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	Suhu	oC	27
2	pH	-	9,0 – 9,2
3	Electrical Conductivity	µS/cm	508
3	TSS	mg/L	56-85
4	COD	mg/L	92-100
10	NH ₃ -N	mg/L	369
11	Minyak-lemak	mg/L	6-7

4.2. Persentase Rejeksi Amonia, pH, TSS dan EC

Filter keramik dengan komposisi tanah liat, fly ash dan serbuk besi dengan berbagai variasi mampu menurunkan konsentrasi parameter pencemar dari limbah awal. Hal ini terlihat dari turunnya konsentrasi amonia, TSS dan Electrical conductivity. Hasil analisis juga memperlihatkan turunnya nilai pH walaupun tidak begitu signifikan sehingga permeal cenderung masih bersifat basa.

Dari Tabel 2 terlihat bahwa pada laju alir 7.5 Liter/menit dan 10 Liter/menit penurunan konsentrasi ammonia berkisar antara 95 s.d 96% dan pH antara 1 s.d 5%. Hal ini memperlihatkan bahwa amonia yang dihasilkan oleh industri pupuk urea dapat diminimalisir sehingga apabila dibuang ke perairan akan relatif aman. Tabel 3 menampilkan persentase penurunan TSS dan EC pada berbagai komposisi filter. Rata-rata penurunan persentase TSS diperoleh sekitar 66 s.d 90% dan EC antara 13 s.d 56% setelah waktu operasi 1 jam.

Penurunan konsentrasi ammonia, TSS, pH dan EC dikarenakan adanya proses filtrasi yang terjadi pada treatment awal dan filter keramik. Proses filtrasi yang dimaksud adalah partikel partikel dengan diameter yang lebih besar dari ukuran pori membran akan tertahan. Selain proses filtrasi terjadi juga proses adsorpsi yang terjadi karena adanya tumbukan partikel-partikel dengan fly-ash. Semakin banyak pori-pori yang ada pada filter keramik maka semakin luas permukaan, sehingga semakin efektif untuk digunakan menyerap zat pencemar, karena adsorpsi merupakan fenomena fisik yang menyangkut permukaan suatu material maka adsorban yang baik harus berupa struktur berpori yang memiliki permukaan cukup luas.

Tabel 2. Persentase Rejeksi Ammonia dan pH

Komposisi Filter (tanah liat :abu terbang:serbuk besi)	Waktu Operasi (menit)	laju laju alir limbah cair 7.5 liter per menit				laju alir limbah cair 10 liter per menit			
		NH ₃ (mg/L)	% rejeksi	pH	% rejeksi	NH ₃ (mg/L)	% rejeksi	pH	% rejeksi
		80/20/0	15	17.6	95.23	8.98	1.32	17.3	95.31
	30	15.8	95.72	8.93	1.87	15.3	95.85	8.79	3.41

	45	14.3	96.12	8.78	3.52	14.7	96.02	8.76	3.74
	60	13	96.48	8.75	3.85	14.1	96.18	8.7	4.40
79/20/1	15	17.6	95.23	8.92	1.98	16.9	95.42	8.89	2.31
	30	15.2	95.88	8.91	2.09	16.2	95.61	8.87	2.53
	45	14.2	96.15	8.87	2.53	15.6	95.77	8.8	3.30
77.5/20/2.5	60	14.0	96.21	8.87	2.53	14.3	96.12	8.76	3.74
	15	17.1	95.37	8.94	1.76	16.8	95.45	8.85	2.75
	30	14.9	95.96	8.9	2.20	16	95.66	8.76	3.74
	45	13.9	96.23	8.78	3.52	15.4	95.83	8.75	3.85
75/20/5	60	13.7	96.29	8.76	3.74	13.9	96.23	8.72	4.18
	15	17.9	95.15	8.82	3.08	17.4	95.28	8.84	2.86
	30	17.3	95.31	8.88	2.42	16.3	95.58	8.74	3.96
	45	16.3	95.58	8.84	2.86	15.5	95.80	8.7	4.40
	60	15.2	95.88	8.78	3.52	13.8	96.26	8,46	5,49

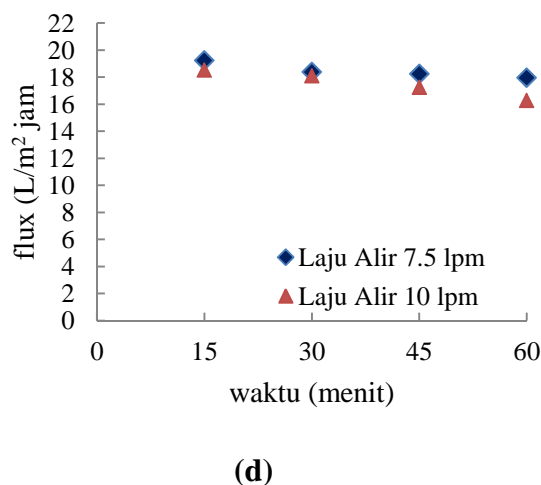
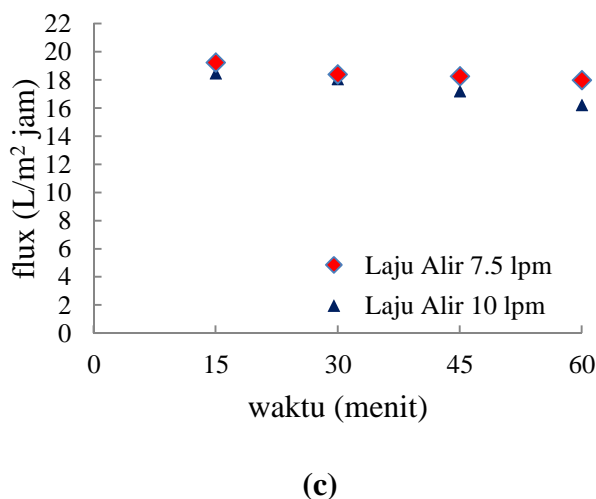
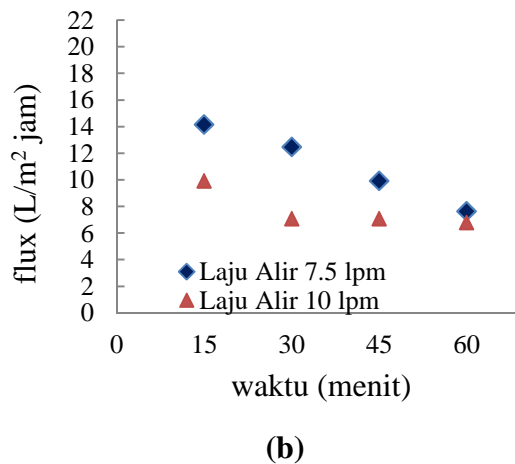
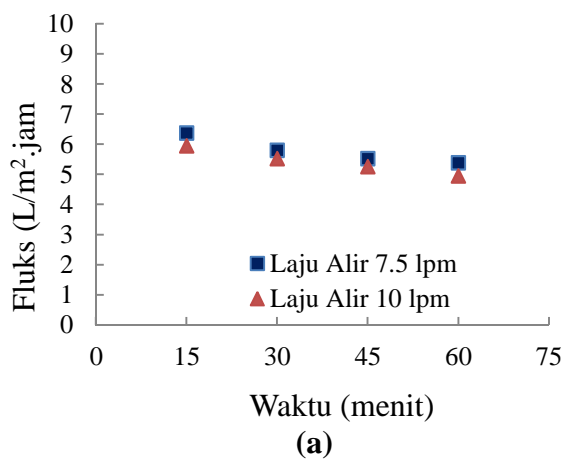
Tabel 3. Persentase penurunan untuk TSS dan Electrical Conductivity

Komposisi Filter (tanah liat:abu terbang : serbuk besi)	Waktu operasi (menit)	laju alir limbah cair 7.5 liter per menit				laju alir limbah cair 10 liter per menit			
		TSS	% rejeksi	EC (μ S/cm)	% rejeksi	TSS	% rejeksi	EC (μ S/cm)	% rejeksi
80/20/00	15	27	50.00	468	7.87	24	55.56	459	9.65
	30	19	64.81	460	9.45	16	70.37	451	11.22
	45	17	68.52	452	11.02	18	66.67	446	12.20
	60	5	90.74	443	12.80	7	87.04	438	13.78
79/20/1	15	52	3.70	271	46.65	43	20.37	307	39.57
	30	42	22.22	259	49.02	32	40.74	291	42.72
	45	24	55.56	239	52.95	23	57.41	276	45.67
	60	15	72.22	223	56.10	11	79.63	256	49.61
77.5/20/ 2.5	15	45	16.67	345	32.09	46	14.81	294	42.13
	30	34	37.04	334	34.25	25	53.70	280	44.88
	45	22	59.26	329	35.24	13	75.93	273	46.26
	60	14	74.07	297	41.54	8	85.19	267	47.44
75/20/5	15	48	11.11	315	37.99	52	3.70	345	32.09
	30	39	27.78	302	40.55	43	20.37	329	35.24
	45	23	57.41	285	43.90	23	57.41	302	40.55
	60	12	77.78	263	48.23	18	66.67	289	43.11

4.3. Pengaruh waktu terhadap fluks permeat

Fluks permeat untuk semua filter dengan berbagai rasio komposisi cenderung menurun dengan meningkatnya waktu operasi. Gambar 2 menampilkan pengaruh waktu terhadap fluks permeat yang dihasilkan pada berbagai komposisi filter dan laju alir umpan. Adanya serbuk besi di dalam komposisi filter mengakibatkan meningkatnya kekuatan mekanis filter namun hal ini juga dapat mengakibatkan kekompakan filter yang berakibat pada makin sukarnya cairan melakukan difusi pada pori-pori filter (solution-diffusion theory).

Sebagai konsekwensinya maka laju alir permeat semakin menurun dengan waktu operasi dan konsentrasi serbuk besi yang digunakan. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada laju alir feed sebesar 7,5 Liter/menit dan 10 Liter/menit.



Gambar 1. Fluks permeat pada berbagai waktu operasi

((a) rasio tanah liat :abu terbang : serbuk besi = 80%:20%:0% (b) (rasio tanah liat : abu terbang : serbuk besi = 79% : 20% : 1%) (c) tanah liat : abu terbang : serbuk besi = 77,5% : 20% : 2,5%) (d) (rasio tanah liat : abu terbang : serbuk besi = 75% : 20% : 5%)

5. Kesimpulan

Kinerja membran keramik yang dibuat dari campuran tanah liat, abu terbang batu bara dan serbuk besi cukup efektif dalam menghasilkan permeat dengan kualitas yang baik. Hal ini tercermin dalam penurunan konsentrasi amonia dalam limbah mencapai 96% diikuti penurunan pH sekitar 5% dari pH limbah cair. Komposisi campuran yang optimal diperoleh pada rasio tanah liat, abu terbang dan serbuk besi adalah 77,5% : 20% : 2,5%.

Diperlukan analisis Scanning Electron Microscopy (SEM) dan uji porositas untuk melihat struktur filter keramik baik sesudah maupun sebelum digunakan. Selain itu perlu juga diteliti pengaruh proses filtrasi terhadap penurunan kadar ion-ion logam berat yang ada dalam limbah cair

Daftar Pustaka

- AAPHA-AWWA-WEF (1992). *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. Washington DC, American Public Health Association.
- Iqbal, M, Imanuel dan S.Nasir (2010), *Pengolahan Air Rawa sebagai Sumber Air bersih Menggunakan Membran Keramik*, Hasil penelitian Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya.

- Herlizah, E dan S.Nasir (2010), *Pengolahan limbah cair industri kain songket Palembang dengan membran keramik*, Hasil penelitian mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya
- Lee, Jae-Wok., Tae-Ouk, Kwon dan Il-Sik, Moon (2006). "Performance of polyamide reverse osmosis membranes for steel wastewater reuse." *Desalination*_Selected paper from the 10th Aachen Membrane Colloquium **189**(1-3): 309-322.
- Nasir, S (2010), *Kinerja Membran Reverse Osmosis dalam Pengolahan Air Baku Mengandung Ion Natrium dan Kalsium*, Prosiding Seminar BSS VII, Universitas Brawijaya
- Nasir, S, Anggraini, D dan Agustina, A (2010), *Aplikasi Membran Keramik dalam Pengolahan Limbah Cair*, Hasil penelitian Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya (tidak dipublikasikan)
- Nasir, S (2010), *Aplikasi Membran Jenis Spiral Wound dalam Pengolahan Limbah Cair Sekunder*, Makalah disubmit ke Jurnal Purifikasi, ITS.
- Nasir,S, Anggraini,D dan Agustina, A (2010), *Pembuatan Filter Mikrofiltrasi dari Clay dan Fly Ash dan Aplikasinya dalam Pengolahan Limbah Cair*, Seminar Nasional Teknik Kimia, Universitas Parahyangan.
- Noble, R.D dan S.A. Stern (2003), *Membrane Separations Technology:Principles and Applications*, Elsevier, Amsterdam
- Sojka-Ledakowicz, J., T. Koprowski, W. Machnowski dan H. H. Knudsen (1998). "Membrane filtration of textile dyehouse wastewater for technological water reuse." *Desalination* **119**(1-3): 1-9.
- Sridhar, S., A. Kale dan A. A. Khan (2002). "Reverse osmosis of edible vegetable oil industry effluent." *Journal of Membrane Science* **205**(1-2): 83-90.
- Sudak, R. G. (1990). Reverse Osmosis. *Handbook of Industrial Membrane Technology*. M. C. Porter. New Jersey, Noyes Publication: 260-306.
- Suthanharajan, R., E. Ravindranath, K. Chits, B. Umamaheswari, T. Ramesh and S. Rajamam (2004). "Membrane application for recovery and reuse of water from treated tannery wastewater." *Desalination* **164**(2): 151-156.
- Wijesinghe, B., R. B. Kaye and C. J. D. Fell (1996). "Reuse of treated sewage effluent for cooling water make up: a feasibility study and a pilot plant study." *Water Science and Technology* **33**(10-11): 363-369.