

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknik pencucian pakaian berawal dari orang-orang Mesir kuno yang menggunakan “sepasang kaki yang terendam dalam air”, sebagai simbol orang yang sedang mencuci pakaian. Saat itu mencuci pakaian merupakan proses mekanis yang menggunakan kaki untuk menginjak, memeras, membanting dan menggosok pakaian supaya bersih. Orang Mesir kuno menggunakan soda abu sebagai “deterjen” untuk mempermudah proses pencucian yang nantinya dikombinasikan dengan Natrium Silikat untuk melunakan air.

Salah satu bahan pengisi deterjen yang dikenal adalah surfaktan. Surfaktan pertama yang dikenal mempunyai sifat dapat membersihkan kotoran adalah sabun. Sabun telah digunakan oleh bangsa Sumeria kira-kira 2500 tahun sebelum Masehi. Pada tahun 1878 di pasar Jerman muncullah “Bleich soda” yang diproduksi oleh Henkel sebagai deterjen komersial pertama yang menggunakan kedua zat tersebut untuk melunakan air. Kombinasi sabun dengan senyawa-senyawa natrium seperti Natrium Karbonat, TriPhospat, silikat dll dikenal sebagai deterjen. Deterjen mengandung sekitar 25 macam bahan (ingredient) yang dapat dikelompokkan sebagai 1) surfaktan, 2) builders, 3) bleaching agents, dan 4) additives (Smulders, E., 2002).

Pada tahun 1996 Indonesia merupakan negara dengan konsumsi per kapita 2,5 kg deterjen per tahun di atas Brazil dan China dan merupakan peringkat 28 dari 30 negara dengan konsumsi deterjen terbesar di dunia. Kebanyakan deterjen di Indonesia mengandung LAS (Linear Alkylbenzen Sulphonate) sebagai surfaktan utama.

Air buangan deterjen/laundry dapat menimbulkan permasalahan serius karena produk deterjen dan bahan-bahan ingredientnya dapat menyebabkan toxic bagi kehidupan dalam air. Jelaslah bahwa air buangan sisa deterjen yang dihasilkan dalam volume besar sangat berbahaya untuk kelestarian sungai dan tanah. Surfaktan anionik dan nonionik merupakan komponen utama dalam deterjen.

Karena sifatnya yang kompleks, air limbah deterjen/laundry sangat sukar untuk diolah. Metoda yang dapat diterapkan untuk mereduksi surfaktan mencakup proses-proses kimia dan oksidasi elektrokimia, teknologi membran, presipitasi secara kimia, degradasi fotokatalitik, adsorpsi dan berbagai metoda biologis yang tidak begitu efektif karena proses yang berlangsung lambat. Untuk melindungi lingkungan terhadap pengaruh air limbah khususnya deterjen/laundry maka perlu dicari metode pengolahan yang efisien. (Aygün dan Yılmaz, 2010)

Air merupakan komponen vital dalam operasi suatu industri laundry (binatu). Kebutuhan air untuk industri laundry rata-rata 15 L untuk memroses 1 kg pakaian dan menghasilkan 400 m³ limbah cair per hari (Ciabatti, 2010). Pengolahan limbah cair hasil industri laundry sering menghadapi berbagai kesulitan diantaranya tingginya konsentrasi surfaktan, tingginya kadar zat organik dan anorganik.

Kebanyakan sistem yang digunakan pada proses pengolahan air limbah industri laundry merupakan metoda konvensional seperti presipitasi/koagulasi dan flokulasi, sedimentasi dan filtrasi atau kombinasi dari proses-proses tersebut. Koagulasi dan flokulasi biasanya ditambahkan untuk membentuk formasi dari partikel besar yang teraglomerasi. Sistem ini tidak efektif untuk menghilangkan warna dari effluent (sisa deterjen) dari proses laundry. Adsorpsi menggunakan karbon aktif granular setelah proses flokulasi dapat meningkatkan proses pengolahan karena luas permukaan karbon aktif yang besar dapat menyerap komponen-komponen yang ada dalam air limbah. Namun demikian untuk menghilangkan warna sangat tergantung dari jenis zat warna yang digunakan (Turk et al 2005).

1.2. Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mencari alternatif pengolahan air limbah laundry/deterjen selain koagulasi-flokulasi-sedimentasi yaitu dengan sistem filtrasi menggunakan filter keramik. Sistem ini diharapkan dapat menurunkan kadar polutan dalam air limbah laundry atau deterjen sampai baku mutu lingkungan dan mengurangi jumlah sludge yang dihasilkan.

Secara khusus hal-hal yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

- a) meneliti karakteristik filter yang dirancang dalam operasi pengolahan air limbah hasil proses laundry.
- b) meneliti kualitas air (permeat) yang dihasilkan dari proses pengolahan air limbah menggunakan sistem filtrasi menggunakan filter keramik yang dibuat dari tanah liat, zeolit, dan serbuk besi pada komposisi tertentu.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah mencari inovasi baru dalam sistem proses pengolahan limbah cair dengan menggunakan filter keramik yang terbuat dari tanah liat (clay), zeolit dan serbuk besi.

1.4. Perumusan Masalah

Sampai saat ini air buangan sisa deterjen yang termasuk limbah domestik masih merupakan masalah bagi lingkungan. Hal ini disebabkan karena meningkatnya penggunaan deterjen yang lebih memudahkan dalam proses pencucian dibandingkan dengan sabun. Dibandingkan dengan sabun yang di dalam air akan membentuk garam-garam kalsium dan magnesium yang dapat didegradasi secara biologis, deterjen yang merupakan kombinasi beberapa persenyawaan akan meninggalkan bermacam-macam zat kimia yang dapat berbahaya bagi lingkungan karena sukar diuraikan oleh mikroorganisme dalam air. Salah satu senyawa kimia yang berbahaya dalam air adalah Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS). LAS adalah senyawa *aquatic toxicity*. Kadar LAS dalam air berturut turut sebesar 1,67, 1,62, dan 29,0 mg/L dapat mematikan ikan, daphnia magna, dan algae.

Permasalahan yang ada dalam pengolahan air limbah deterjen khususnya hasil proses laundry adalah belum adanya sistem pengolahan yang efektif dan efisien secara teknis maupun ekonomis. Metode pengolahan yang ada selama ini adalah koagulasi dan flokulasi yang membutuhkan banyak zat kimia dan metoda biologi yang menghasilkan sludge yang menjadi problem tersendiri bagi lingkungan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1. Deterjen dan senyawa kimia pembentuknya

Deterjen mengandung sekitar 25 macam bahan (ingredient) yang dapat dikelompokkan sebagai 1) surfaktan, 2) builder, 3) bleaching agents dan 4) additives (Smulders, E., 2002). Tiap komponen tersebut mempunyai peran spesifik dalam proses pencucian. Surfaktan merupakan kelompok yang sangat penting dalam deterjen, dan hampir semua deterjen mengandung surfaktan.

2.1.1. Surfaktan

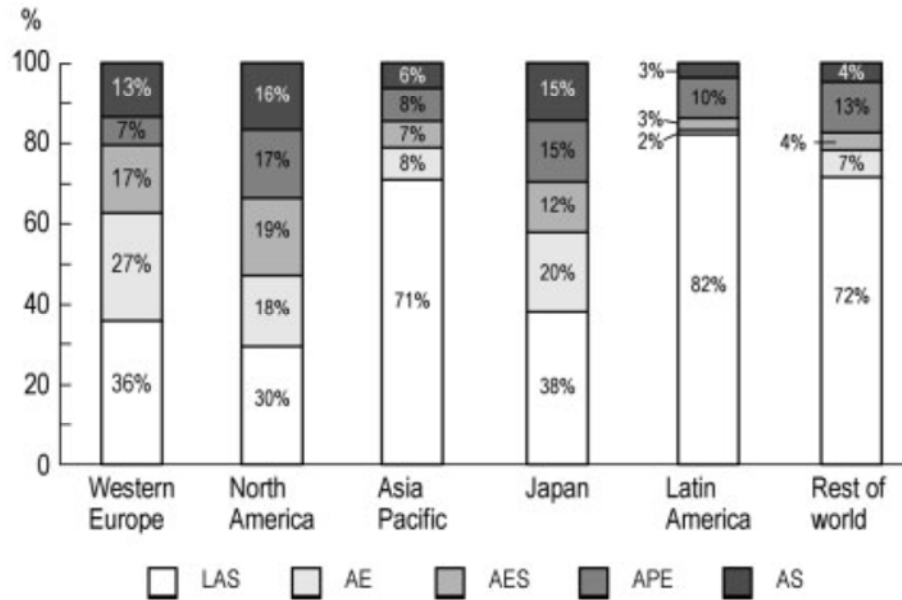
Surfaktan merupakan senyawa yang larut dalam air yang dapat dibedakan atas 1) surfaktan anionik 2) surfaktan nonionik 3) surfaktan kationik dan 4) surfaktan amfoterik. Tabel 2.1 memperlihatkan jenis-jenis surfaktan yang biasanya terdapat dalam deterjen.

Tabel 2.1. Jenis-jenis surfaktan dalam deterjen

No	Surfaktan	Rumus Bangun	Jenis surfaktan
1	Alkil (polietilen)glikol ethers	$RO-(CH_2-CH_2-O)_nH$	Non ionik
2	Alkilsulfonat	$R-SO_3^- Na^+$	Anionik
3	Dialkildimetilamonium chlorida	$\left[\begin{array}{c} R \\ \\ H_3C-N^+-CH_3 \\ \\ R \end{array} \right] Cl^-$	Kationik
4	Betaines	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ R-N^+-CH_2-C \\ \quad \quad \quad // \quad \quad \quad \backslash \\ CH_3 \quad \quad \quad O \quad \quad \quad O^- \end{array}$	Amfoterik

Sumber : Smulder, E (2002)

Gambar 2.1 menampilkan jenis-jenis surfaktan yang banyak digunakan dalam deterjen. Di Asia Pasific dan Amerika Latin, Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) merupakan senyawa surfaktan anionik yang banyak digunakan dalam deterjen.



Gambar 2.1 Penggunaan Surfaktan di seluruh dunia

(Sumber: Smulders, E (2002)).

Saat ini Linear Alkylbenzen Sulphonate (LAS) digunakan untuk menggantikan Alkyl Benzen Sulphonate (ABS) karena relatif mudah terurai di dalam air.

2.1.2 Builder

Builder merupakan zat yang digunakan untuk menunjang kinerja deterjen dalam pelunakan air dengan cara membatasi kerja ion-ion kalsium dan magnesium. Builder dapat berupa senyawa alkali yang mudah mengendap seperti natrium karbonat dan natrium silikat; agen kompleks seperti Natrium Triphosfat atau asam nitroloacetic dan senyawa bersifat penukar ion seperti asam polikarboksilat dan zeolit A.

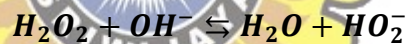
Penggunaan STTP (sodium tripolifosfat) pada deterjen sabun cuci sebagai builder diketahui sebagai salah satu sumber utama pengendapan fosfat di dalam air (Bhatt, 1995). Siklus fosfat melepaskan kalsium dan magnesium ke air dengan tujuan untuk pelarutan, pengemulsi, pelarutannya ramah terhadap lingkungan dan berperan sebagai pengganti surfaktan. Karena STTP berdampak membahayakan lingkungan, maka

zeolit A digunakan sebagai alternatif builder detergent untuk merubah STTP. Dibandingkan dengan fosfat, zeolit A dapat ditambahkan untuk mencegah pembentukan kelarutan garam anorganik yang sangat sedikit, ini adalah faktor utama dalam pembentukan lapisan kotor pada bahan tekstil.

2.1.3 Bleaching Agent

Efek pemucatan (bleaching effect) dari deterjen ditimbulkan melalui cara mekanis, fisika dan atau secara kimia khususnya melalui perubahan atau penyisihan zat pewarna terhadap objek yang mengalami proses pemucatan. Dalam proses pencucian, efek pemucatan dapat ditimbulkan secara paralel. Mekanisme mekanis dan fisis utamanya efektif untuk menghilangkan partikulat atau zat-zat yang mengandung olie. Pemucatan secara kimia dilakukan untuk menghilangkan warna dan karat yang melekat pada serat.

Bleaching agent yang banyak digunakan biasanya adalah senyawa-senyawa peroksida. Hidrogen Peroksida terkonversi menjadi anion hidroksida intermediate aktif dalam media alkali menjadi menurut persamaan reaksi :



Anion-anion perhidroksil dapat mengoksidasi pengotor padat dan karat. Senyawa perhidroksi yang banyak digunakan pada deterjen adalah Natrium Perborat ($NaBO_3 \cdot 4H_2O$). Senyawa bleaching lain yang sering digunakan adalah hipoklorit. Salah satu keunggulan utama dari natrium perborat dapat dimasukan langsung sebagai bubuk dengan hasil cucian yang putih dan relatif aman. Sebaliknya penambahan larutan pemutih klorin dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan ke binatu dan menyebabkan perubahan warna. Klorin cukup efektif digunakan sebagai pemutih dan disinfektan pada suhu yang rendah.

2.1.4 Aditif

Aditif merupakan bagian terkecil dari deterjen, dapat berupa enzim, senyawa anti redeposisi seperti Carboxyl Methyl Cellulose (CMC), Carboxyl Methyl Starch (CMS), senyawa pengatur busa (foam regulator) seperti Fatty Acid Amides, Fatty Acid Alkanolamine. Untuk mendapatkan hasil cucian yang wangi dapat juga ditambahkan

fragrance, dan zat warna sesuai dengan yang diinginkan serta bahan pengisi lainnya (filler).

2.2. Teknologi Pengolahan Limbah Cair Hasil Proses Laundry

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam pretreatment dari industri binatu adalah teknik koagulasi dan flokulasi yang diikuti dengan flotasi menggunakan udara (Dissolved Air Flotation) (Ciabatti et al 2009). Teknik koagulasi adalah pengolahan yang telah lama dikenal yaitu dengan cara menambahkan senyawa kimia seperti garam-garam Al^{3+} dan Fe^{3+} atau senyawa polimer organik.

Proses laundry menghasilkan air limbah yang berasal dari bleaching (pemucat), water softener, dan surfactant (Turk et al 2005). Konsentrasi, jenis dan jumlah zat kimia yang ditambahkan selama proses laundry tergantung pada jenis item yang akan dibersihkan dan jumlah item yang akan dibuang ke permukaan tanah. Surfaktan mempunyai kemampuan yang unik untuk menyisihkan padatan yang larut maupun tidak larut dalam air. Regulasi dan kepedulian terhadap lingkungan, menginginkan agar konsentrasi surfaktan pada efluen harus direduksi sampai tingkat tertentu yang aman terhadap lingkungan. Air limbah dari proses laundry dilaporkan mengandung bahan (zat) yang kotor, mineral oil, logam berat, dan material berbahaya yang mempunyai kandungan COD antara 1200 s.d 20,000 mg/L. Air limbah yang berasal dari rumah sakit mengandung lemak, sisa-sisa makanan, darah dan urin dengan kadar COD antara 400 -1200 mg/L. Air cucian dari rumah tangga dan hotel dapat mencemari air karena CODnya yang berkisar antara 600 s.d 2500 mg/L (Turk et al 2005).

Proses-proses membran menawarkan sejumlah keuntungan dibandingkan dengan pengolahan air atau limbah cair secara konvensional karena memenuhi baku mutu lingkungan, menurunkan pengaruh efluen terhadap lingkungan, tidak memerlukan lahan yang luas dan dapat diaplikasikan secara mobile. Bhattacharyya et al (1987) menunjukkan bahwa ultra filtrat hasil daur ulang proses laundry dan air mandi dapat digunakan sebagai non potable water. Ahn & Song (1990) melaporkan bahwa penggunaan berbagai jenis membran keramik dalam daur ulang air limbah dari pemukiman juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber air non potable.

Masalah utama yang dihadapi pada aplikasi praktis dari pemisahan dengan membran adalah adanya akumulasi komponen umpan pada pori dan permukaan membran yang dikenal sebagai fouling. Interaksi antara adsorbed solut dengan padatan lain yang berasal dari umpan dapat menurunkan fluks permeat yang dihasilkan. Membran jenis polimer telah banyak digunakan pada pengolahan limbah cair karena harganya yang relatif murah. Namun demikian terdapat berbagai kelemahan dalam penggunaan membran polimer terkait dengan penggunaan zat kimia, kestabilan terhadap panas, dan sifat mekanisnya. Untuk itu membran keramik dapat digunakan pada tahap pretreatment untuk membran Reverse Osmosis.

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. Fluks (J_v) dirumus sebagai berikut :

$$J_v = \frac{V}{A \times t}$$

dengan : J_v = fluks ($\text{ml/cm}^2 \cdot \text{kgf/cm}^2 \cdot \text{det}$), V = volume permeat (ml), A = luas permukaan membran (cm^2), t = waktu (jam).

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. Koefisien rejeksi (R) dirumuskan sebagai berikut :

$$R = (1 - C_p/C_f) \times 100\%$$

dengan: R = koefisien rejeksi, C_p = konsentrasi permeat dan C_f = konsentrasi umpan

2.3. Membran Keramik

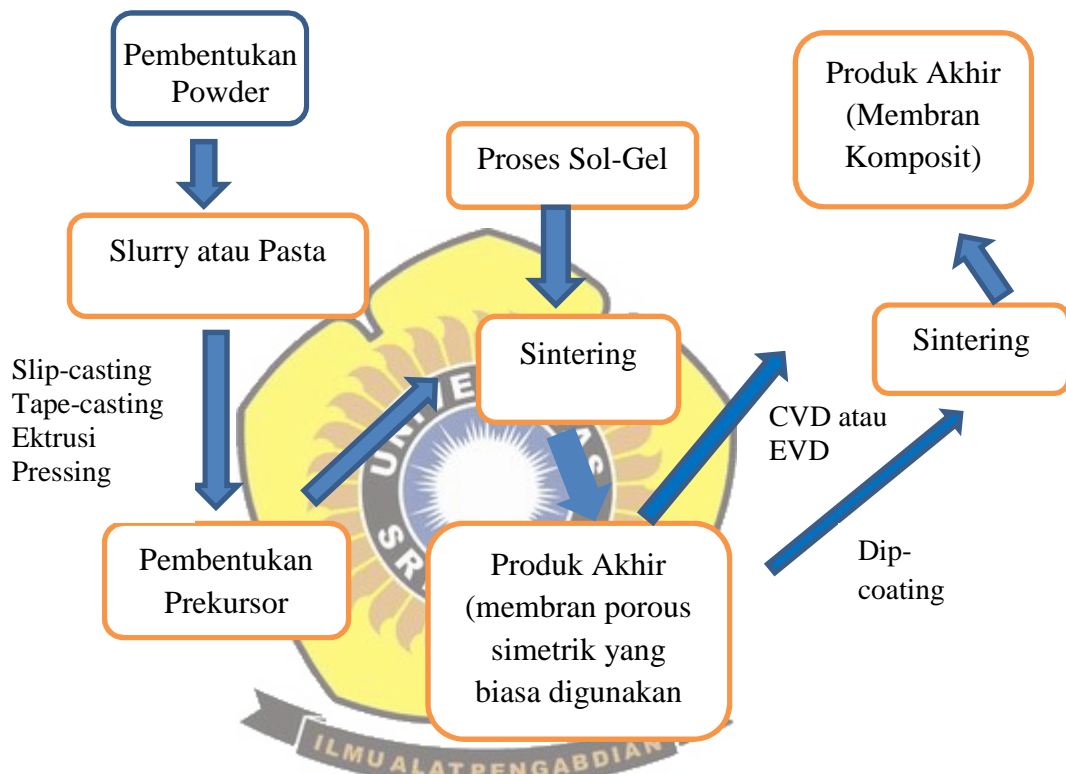
Membran keramik merupakan tipe membran yang relatif baru karena skala komersialnya baru diperkenalkan pada pertengahan tahun 1980 an oleh Membralox USA. Membran jenis ini digunakan pada crossflow filtration untuk larutan yang mengandung konsentrasi partikel yang tinggi. Membran keramik berpori adalah membran dengan tipe asimetrik yang memiliki 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 mikrometer 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 (Baker 2004)

Kelebihan membran keramik terletak pada stabilitas termalnya yang baik, tahan terhadap senyawa kimia, degradasi biologis ataupun mikroba. Sifat-sifat menunjukkan keunggulan bila dibandingkan dengan membran yang terbuat dari senyawa polimer, dan relatif mudah untuk dibersihkan dengan cleaning agent. Ketahanan terhadap zat kimia menyebabkan membran keramik banyak digunakan pada prosesing makanan, produk bioteknologi dan farmasi.

Kekurangan membran keramik terutama timbul dari proses preparasinya dimana sangat sulit mencapai kualitas produk akhir yang reproducibile. Hal ini karena pada dasarnya sifat brittle dari membran keramik membuatnya lebih mahal daripada system membran polimer. Selain itu, harga system membran meningkat signifikan seiring dengan meningkatnya kebutuhan sifat-sifat produk, antara lain porositas, ukuran pori, reproducibility, dan reliability.

2.4. Pembuatan Membran Keramik

Umumnya, proses fabrikasi membran keramik berpori terdiri atas tiga tahapan yaitu 1) pembentukan suspensi partikel, 2) pembuatan suspensi partikel menjadi prekursor membran dengan bentuk tertentu seperti *flat-sheet*, *monolith* atau tubular dan (3) konsolidasi membran keramik dengan perlakuan panas pada suhu tinggi (Li 2007).



Gambar 2.2. Metoda Pembuatan Membran Keramik
(Diadaptasi dari Li 2007)

Metode yang lazim dilakukan dalam pencetakan membran keramik adalah *slip casting*, *tape casting*, *extrusion* dan *pressing*. Proses pelapisan dilakukan dengan teknik *dip-coating*, *sol-gel*, *Chemical Vapor Deposition (CVD)* atau *proses Evaporative Vapour Deposition (EVD)*. Diameter pori membran keramik untuk mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi bervariasi dari 0,01 sampai 10 μm . Biasanya membran membran untuk mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi dibuat dengan cara slip coating-sintering.

Cara lainnya yaitu metode sol-gel dapat digunakan untuk membuat membran keramik dengan ukuran pori dari 10 sampai 100 Å . Pada proses slip coating-sintering membran keramik dibuat dengan cara menuangkan dispersi butir halus material

keramik dan suatu binder dan mencetaknya dalam suatu mold dan selanjutnya disintering pada temperatur tinggi (Baker 2004).

2.4.1. Persiapan Slurry

Komponen utama yang digunakan untuk membran keramik adalah inorganic powder, organic additives dan solvent. Faktor penting dalam pemilihan inorganic powder adalah ukuran partikel, distribusi, dan bentuk partikel. Faktor-faktor ini mempengaruhi porositas, ukuran pori dan distribusi ukuran pori pada produk akhir.

Organic additives, antara lain binders, plasticizers, lubricant, deflocculant, anti foaming agent, promoters of porosity, water retention agent, antistatic, chelating dan bactericide agent digunakan selama proses pembuatan, tujuannya untuk mendapatkan sifat-sifat membran keramik yang dibutuhkan. Syarat utama organic additives harus bisa terbakar tanpa meninggalkan abu dan tar. Pemilihan dan kuantitas organic additives sangat penting karena berdampak pada sifat slurry, sehingga mempengaruhi pemilihan metode fabrikasi (apakah extrusion, tape casting, dip coating, dll) dan sifat produk akhir.

Solvent (misalnya air, pelarut organik, atau campurannya) harus mampu melarutkan senyawa organik yang digunakan dan harus menguap. Karakteristik penguapan solvent berdampak pada waktu pengeringan.

Proses persiapan slurry tergantung pada ketebalan yang diinginkan (pasta, slurry, suspensi), langkah-langkahnya terdiri dari :

- mixing, pugging, dan aging (untuk pasta)
- milling dan ultrasound treatment (untuk slurry)
- dispersing (untuk suspensi, contohnya alumina dan zirconia)

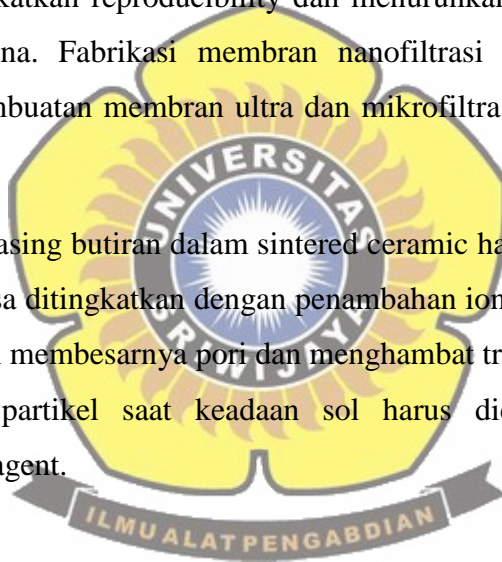
Agregasi partikel slurry memiliki efek pada ukuran pori dan permeabilitas air produk akhir.

2.4.2. Proses sol – gel

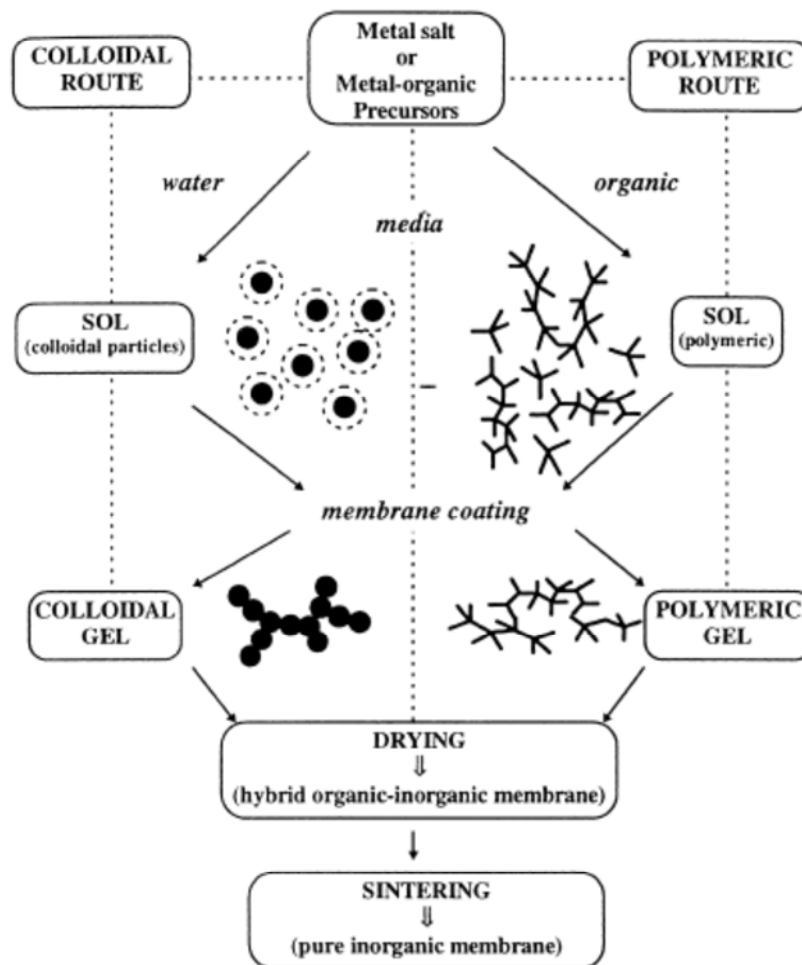
Proses ini pertamakali dikenalkan oleh Leennaars dalam pembuatan membran keramik jenis ultrafiltrasi. Proses ini mempunyai keuntungan diantaranya lebih mudah mengontrol ukuran pori membran yang dihasilkan. Sol-sol koloid merupakan larutan koloid dari zat-zat padat seperti Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , atau ZrO_2 . Proses ini digunakan pada persiapan oksida-oksida yang akan dipakai. Suspensi tercapai dengan sintesa partikel solid dalam liquid dari precursor organo metalik (contohnya sol titania dan boehmite).

Proses sol – gel digunakan pada pembuatan membran alumina dengan diameter pori 4–10 nm dari sol boehmite. Dalam hal ini, polyvinyl alcohol dalam larutan dip boehmite meningkatkan reproducibility dan menurunkan tingkat defect produk akhir membran alumina. Fabrikasi membran nanofiltrasi memiliki persyaratan ekstra dibandingkan pembuatan membran ultra dan mikrofiltrasi. Diantara persyaratan yang dimaksud adalah :

1. Masing-masing butiran dalam sintered ceramic harus berukuran kurang dari 10 nm. Ini bisa ditingkatkan dengan penambahan ion logam, misalnya La^{3+} , untuk membatasi membesarnya pori dan menghambat transformasi fasa.
2. Agregasi partikel saat keadaan sol harus dicegah, dengan penambahan peptizing agent.



Gambar 2.3 memperlihatkan proses/metoda sol-gel dalam pembuatan membran keramik.



Gambar 2. 3. Metoda Sol-gel dalam Pembuatan Membran Keramik
 Sumber : Caro, J et al (2000)

2.4.3. Proses Fabrikasi

Proses fabrikasi yang paling umum pembuatan membran adalah extrusion, tape casting, dip dan spin coating. Extrusion dan tape casting digunakan untuk support system, tape casting and dip coating digunakan untuk membran mikrofiltrasi, dip dan spin coating dipakai pada membran ultra dan nano filtrasi.

Pada proses ekstrusi, pasta dipaksa melewati bukaan die sehingga terbentuk tubular atau multichannel support. Green compact yang terbentuk dikeringkan pada temperatur kurang dari 100°C untuk menghilangkan air. Tape casting digunakan untuk membuat keramik yang tipis, datar dan rapat. Proses ini terbatas pada ketebalan film yang didapat. Green compact yang terbentuk dari slurry sebagai hasil relative movement

antara 'doctor blade' dan support atau carrier. Umumnya, kecepatan casting bervariasi dari 0.1 sampai 1.5 m/min. Setelah proses casting, tape dikeringkan. Tape yang kering dipindahkan dari support dan sangat mudah di handle karena karakteristik plastiknya.

Dip coating digunakan untuk membran multilayer. Permeability support system yang digunakan harus lebih tinggi dari lapisan membran (sedikitnya dengan factor 10) sehingga ketebalan masing-masing lapisan harus setipis mungkin. Dua metode untuk formasi lapisan yaitu :

- 1) *Capillary colloidal filtration*, disebut juga slip casting, dimana capillary suction dari substrate membawa partikel ke interface, substrate kering kontak dengan dispersi ini dan permukaan pori dibasahi oleh cairan dispersi.
- 2) *Film coating*, dimana lapisan dispersi yang menempel terbentuk karena drag force yang diusahakan oleh substrate selama keluar dari dispersion.

Faktor kritis yang perlu diperhatikan pada dip coating adalah viskositas slip, kecepatan coating dan waktu. Proses pengeringan dimulai secara simultan dengan dip coating, saat substrate mulai kontak dengan atmosfer yang humiditas relatifnya dibawah 100%. Pada proses multistep yaitu setelah kalsinasi lapisan pertama dilakukan pengulangan dipping secara komplet dan diikuti lagi dengan pengeringan dan kalsinasi. Contohnya alumina coating dengan ukuran pori rata-rata 100 nm dipersiapkan dari suspensi (dalam air) yang tersedia secara komersial yaitu alumina submicron dalam bentuk powder dengan diameter rata-rata yaitu 500 nm.

Semakin tipis slip, makin kritis langkah pengeringan untuk pembentukan membran yang bebas defect/cacat. Pengeringan juga berefek pada formasi akhir dari mikrostruktur membran. Umumnya, pengeringan berlangsung pada temperatur rata-rata 80–350 °C, dan akan menghasilkan membran hybrid organic – inorganik.

Perlakuan pengapian (kalsinasi dan sintering) akan memperkuat keramik dan membantu membran melekat kuat pada support pori Tujuannya adalah memperbaiki mikrostruktur dengan neck-formation, yang terdiri atas dua tahap yaitu:

- Pembakaran organik (kalsinasi) yaitu tahapan krusial untuk memperoleh membran yang bebas *crack*.
- Sintering keramik dengan densifikasi dan pertumbuhan butiran. Dalam sintering digunakan temperatur rendah tapi harus mencapai titik leleh keramik.

Kalsinasi dan sintering pada temperatur yang relatif rendah (300–400 °C) dan waktu singkat tidak akan menghasilkan membran yang stabil secara termal. Profil temperatur yang dipakai untuk pengapian merupakan hal yang kritis, terlebih jika support dan material support membran berbeda. Hal ini akan berdampak pada ukuran pori dan komposisi fase akhir. Sebagai contoh, transisi fase dari alumina ke α alumina yang berlangsung pada temperatur di atas 1000 °C. Penambahan zat lain misalnya lanthanum oxide atau titania dapat mengubah temperatur ini. Lanthanum oxide diamati dapat meningkatkan temperatur saat berlangsungnya transformasi fase, sedangkan titania menurunkan temperatur transformasi fase. Penurunan porositas dapat meningkatkan ukuran pori dengan pemanasan membran secara terkontrol pada rentang temperatur 400 – 1000° C.

2.5. Performansi Proses Filtrasi

Parameter yang mempengaruhi performan pada filtrasi adalah larutan umpan, membran dan kondisi filtrasi. Tiga fenomena utama sehubungan perpindahan solvent dan solut selama proses filtrasi membran adalah polarisasi, perpindahan massa internal dan fouling. Pengaruh tiga hal ini dengan mengubah parameter-parameter berikut : hidrodinamika, kinetika transfer massa dan kesetimbangan termodinamika. Perbedaan antara zat anorganik dan organik tradisional dihasilkan dari struktur dan sifat intristik material. Aliran dalam membran keramik terjadi melalui ruang intergranular pada lapisan atas, sublapisan pori dan support, sedangkan pada membran polimer terjadi melalui jaringan kontinyu 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.

2.5.1. Sifat-sifat Umpan

Sifat-sifat umpan yang penting diantaranya adalah konsentrasi, polydispersity, keadaan aglomerasi, viskositas, muatan, dan adanya gas-gas. Pada ultra dan mikrofiltrasi, ukuran partikel terkecil dalam umpan mempengaruhi pemilihan ukuran pori. Sifat-sifat umpan dapat diubah dengan pretreatment, misalnya pengaturan pH, termal treatment, penambahan bahan kimia, dan prefiltrasi. Pengaturan pH dan termal treatment dapat menurunkan pengendapan zat-zat tertentu yang mengakibatkan fouling pada membran. Bahan kimia dapat ditambahkan pada umpan untuk meningkatkan ukuran partikel dengan agregasi dan retensi zat-zat spesifik bertambah dengan micellation atau complexation. Konsentrasi dan valensi garam dalam umpan juga merupakan factor yang penting. Konsentrasi dan ukuran partikel umpan berpengaruh pada prefiltrasi. Secara umum, makin kompleks larutan umpan makin sulit mendapatkan laju permeat yang konstan dan sangat memungkinkan terjadi penyumbatan (fouling) pada membran. Kenaikan konsentrasi umpan biasanya menyebabkan fluks filtrasi makin rendah. Hal ini terkait dengan fenomena polarisasi konsentrasi dan fouling.

2.5.2. Sifat-sifat Membran

Material dan struktur membran, terutama ukuran pori, karakteristik permukaan membran, dan struktur support (ketebalan, porositas, pembasahan, potensial zeta, permukaan dan sifat kimia) mempengaruhi permeate fluks dan sifat retensi, demikian juga dengan kecenderungan terjadinya fouling. Membran keramik menunjukkan perilaku amfoter terhadap air sehingga muatan permukaan tergantung pada pH larutan. Terjadinya permukaan bermuatan dan yang netral disebabkan oleh formasi metal aquo complexes pada interface larutan oksida. Perilaku ini berdampak pada permeate fluks, kecenderungan fouling dan retensi. Pada beberapa kasus, sifat amfoter membran keramik dapat mengakibatkan preferential adsorption pada komponen tertentu, hal ini akan meningkatkan retensi.

Umumnya membran keramik mempunyai struktur komposit yang dapat meningkatkan permeabilitas membran dengan ukuran pori kecil dengan menurunkan overall hydraulic resistance. Sifat membran lainnya yang cukup penting adalah geometri pori (tortuosity), ukuran pori, distribusi ukuran pori dan porositas. Peningkatan ukuran pori

mengakibatkan kenaikan permeabilitas, polarisasi, dan penyumbatan, juga penurunan retensi. Ukuran pori optimal tergantung pada sifat umpan dan kondisi filtrasi.

2.5.3. Kondisi Filtrasi

Parameter penting bagi kondisi filtrasi berupa tekanan, cross flow velocity, temperatur dan persentase recovery. Permeate fluks bertambah dengan pemakaian teknik-teknik backflow, feed pulsation, aliran dua fasa, rotasi filter element dll. Metode untuk mengurangi fouling antara lain adalah metode chemical cleaning, metode fisik seperti backflushing dan pemakaian turbulence promoters, dan metode hydrodynamic yang berhubungan dengan disain modul.

Kecepatan aliran permeat tergantung pada tekanan transmembran yang dilakukan pada luas permukaan dengan kondisi yang seragam. Fluks air murni berbanding lurus dengan tekanan. Bila larutan umpan lebih kompleks dan mengandung zat-zat lain maka perilaku fluks juga akan lebih kompleks. Awalnya fluks meningkat sampai critical fluks tercapai, kemudian melambat hingga mencapai limiting fluks. Selain limiting fluks, kenaikan tekanan tidak berdampak positif bagi fluks. Sebaliknya, kenaikan tekanan dapat menurunkan fluks karena compactibility lapisan akibat terjadinya fouling. Kenaikan tekanan operasi dapat mengakibatkan meningkatnya polarisasi konsentrasi dan fouling yang pada akhirnya akan menurunkan fluks permeat. Pada mikro dan ultrafiltrasi umumnya disarankan cross flow velocity sebesar 2 – 8 m/s. Kenaikan velocity dapat mengakibatkan kenaikan fluks dan critical fluks.

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*.

Tabel 2.3 menampilkan beberapa jenis, diameter pori serta bentuk membran yang telah komersial.

Tabel 2.3 Membran Keramik komersial

Material Membran	Support	Diameter Pori (nm)	Geometri	Fabrikan
Ni, Au		>500	Tube	Mott, Pall
Ag,Pt				Osmonics
Ag/Pd		0	Tube	
ZrO ₂	C	4	Tube	SFEC
ZrO ₂	C	4-14	Tube	UC
ZrO ₂	metal	dynamic	Tube	Carre
ZrO ₂	Al ₂ O ₃	10	Tube	TDK
SiC	SiC	150-8000	Tube	Ceram Filter
SiO ₂ (glass)		4-120	tube kapiler	Asahi, Fuji, Schott
Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	4-5000	monolith/tube	Alcoa/SCT
Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	200-1000	Tube	Norton/Millipore
Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	200-5000	Tube	NGK
Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	200	Tube	Hoogovens
Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	25-200	Disk	Anotec/Alcan

Sumber : *Nobble and Stern (2003)*

2.6 Karakteristik Limbah Cair

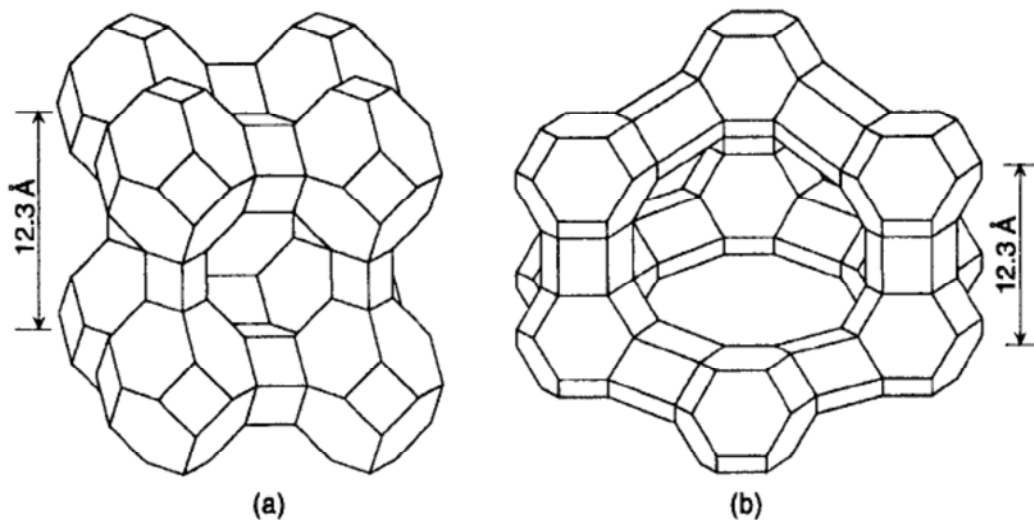
Indikator untuk melihat tingkat pencemaran terhadap air diantaranya sifat fisis dan sifat kimia air seperti pH, turbiditas (kekeruhan), warna, bau, total padatan terlarut, suhu, daya hantar listrik. Pada umumnya kualitas limbah cair dapat diketahui dari beberapa parameter yaitu DO (Dissolved Oxygen), BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), material organik, lemak dan minyak, fenol, alkalinitas, fosfat, sulfur, logam berat dan beracun, gas metana (CH₄), 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.

2.7. Zeolit alam sebagai komponen filter keramik

Akhir akhir ini membran zeolit banyak memperoleh perhatian para peneliti karena struktur porinya yang uniform, stabilitasnya terhadap panas dan kekuatan mekanisnya yang baik serta tahan terhadap lingkungan kimia yang ekstrim. Struktur pori zeolit yang berbeda-beda membuat zeolit banyak digunakan untuk pemisahan berbagai molekul kecil (Shan et al 2004).

Zeolit alam merupakan mineral yang tersedimentasi atau ada di alam yang utamanya merupakan persenyawaan aluminosilicates yang membentuk kerangka struktur tiga dimensi antara AlO_4 dan SiO_4 tetrahedral. Zeolit alam merupakan bahan yang cocok dalam fabrikasi membran keramik karena sifatnya yang tidak mudah mengembang dalam air dan mudah membentuk suspensi untuk melapisi membran sebagai support (Dong et.al 2006). Zeolit alam mempunyai karakteristik yang berbeda dengan membran konvensional yang dibuat dari senyawa-senyawa yang umum digunakan seperti Al_2O_3 atau ZrO_2 dll. Zeolit alam akan membentuk pori-pori antar partikel (inter- particle active pores) ketika disintering dalam keadaan kering.



Gambar 2.4 Struktur molekul Zeolit. (a) Zeolit tipe A (b) Zeolit tipe Z dan Y
(Sumber : Crittenden & Thomas 1998)

Membran zeolit mempunyai potensi besar untuk aplikasi industri seperti pemisahan produk, sintesa kimia dan pencegahan polusi. Dapat digunakan untuk pemisahan senyawa pada suhu tinggi yang mendekati titik didih komponennya, senyawa-senyawa azeotrop dan isomer. Membran berbasis zeolit dapat dimanfaatkan juga untuk minimisasi limbah dan recovery pelarut (Chau et al 2000) . Membran berbasis zeolit juga banyak dimanfaatkan untuk pemisahan gas dari hidrokarbon, dehidrasi pelarut, katalis untuk konversi kimia, remediasi polutan dan untuk produksi air bersih (Cui et al 2008).

2.8. 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. Kebanyakan penelitian yang ada menggunakan membran yang terbuat dari komposit polimer. Membran yang akan dirancang dalam penelitian ini adalah jenis Mikrofiltrasi/Ultrafiltrasi yang dibuat dari tanah liat dan zeolit 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 pervaporasi 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 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.

Pada studi yang lain, Jawad et al (Abdel-Jawad, et al 2002) menunjukkan bahwa limbah cair dengan salinitas yang rendah merupakan sumber air dengan kualitas baik. Untuk membran RO menggunakan membran jenis spiral wound dan dioperasikan pada tekanan 9 bar didapatkan bahwa persentase rejeksi garam antara 98.5-99% pada water recovery percentage 17-21% (untuk tiga modul membran jenis spiral wound dalam sebuah vessel). Permeat yang dihasilkan mempunyai kualitas yang sangat baik untuk non-potable water serta bebas virus dan bakteri. 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)

Bodalo-Santoyo et al (Bodalo-Santoyo, et al. 2003) menunjukkan bahwa RO juga mempunyai kemampuan untuk menurunkan konsentrasi polutan dari limbah cair industri. Empat jenis membran (HR95PP, SEPA-MS05, DESAL-3B dan DESAL-3LP) digunakan dalam eksperimen mereka untuk pengolahan limbah cair sintetis yang mengandung ammonium sulfat, sianida dan acrylonitrile. Semua membrane menunjukkan kinerja yang sangat baik dengan kemampuan mereduksi ion ion sulfat besar dari 99%. Suatu hal yang cukup menarik untuk spesies non-ion seperti acrylnitril persentase rejeksi hanya antara 10.5 dan 28.8 %. Ini utamanya disebabkan oleh karakteristik RO yang tidak dapat menghilangkan zat organik dengan berat molekul rendah. Untuk itu disarankan untuk mengoksidasi akrilonirile menjadi ion lain terlebih dahulu. Selain itu, ammonium dan sianida tidak dapat dieliminasi pada single step operation dan persentase rejeksi ion tergantung pada pH umpan.

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.

Pemisahan dengan menggunakan membran keramik terus meningkat dan diterapkan pada berbagai bagai industri karena sifat membran yang mempunyai kekuatan mekanis

yang baik, tahan terhadap asam dan basa, stabil secara termal dan kimiawi, mempunyai rentang distribusi pori yang sempit, struktur mikronya yang mudah disesuaikan, konsumsi energi yang rendah dan kecilnya kemungkinan menjadi polutan terhadap lingkungan. Oleh sebab itu banyak riset yang difokuskan pada pengembangan membran anorganik dan aplikasi prosesnya. Namun demikian, keramik membran berpori yang terbuat dari alumina, zirconia, titania, mullite, dll sebagai media utama tidak tepat digunakan untuk aplikasi skala besar terutama untuk pemurnian pendahuluan dari limbah cair industri karena bahan bakunya cukup mahal dan temperatur firing pada pembuatan keramik yang tinggi.

Dalam beberapa tahun terakhir, penyiapan dan aplikasi potensial membran keramik porous berbasis mineral yang merupakan komponen alami telah menarik perhatian peneliti karena harganya yang relatif murah. Pengembangan membran keramik berbasis mineral akan membawa revolusi teknologi dan menambah nilai ekonomi yang besar terhadap mineral-mineral alami seperti zeolit (Dong 2006). Membran zeolit dapat digunakan untuk pemisahan pada suhu tinggi terutama untuk komponen dengan titik didih yang berdekatan, senyawa-senyawa yang bersifat azeotrop dan isomer. Dapat juga digunakan untuk pemisahan CO₂ dari aliran proses dan flue gas (Chau et al 2000).

Oleh sebab itu, membran keramik juga telah dimanfaatkan dalam mengolah air backwash dari sand filter (Weiyang et al 2010). Hasil penelitian Weiyang menunjukkan bahwa membran keramik dapat dioperasikan secara stabil dengan fluks filtrasi 4 m/hari bila digunakan backwash air limbah dari sand filter. Untuk air limbah yang merupakan gabungan dari keluaran sand filter dan sediment sludge maka fluks akan turun menjadi 2 m/hari.

Aygun dan Yilmas (2010) mempelajari proses koagulasi-flokulasi untuk mengolah limbah deterjen menggunakan Feri Chlorida dan polielektrolit serta mineral clay. Dosis koagulan yang didapat untuk masing-masing 0,5-3 g/ L untuk Feri Chlorida, 5-75 mg/L untuk polielektrolit, dan 25-750 mg/L untuk mineral clay. Didapatkan penurunan COD yang cukup signifikan untuk limbah deterjen sebesar 71% untuk

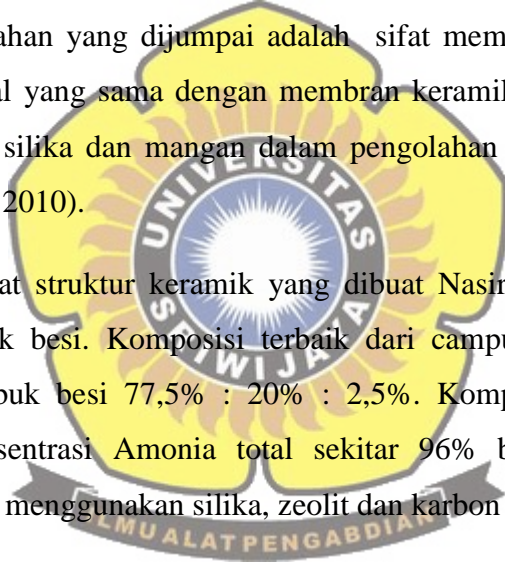
Ferichlorida, campuran mineral clay dengan Feri Chlorida mampu menyisihan COD sampai 84% dan bila digunakan polielektrolit penurunan COD mencapai 87%.

Penggunaan membran keramik berbasis tanah liat dan dedak padi dapat menurunkan kadar ion besi dalam air permukaan sampai 95% sedangkan untuk ion arsen sangat tergantung pada ratio Fe/As dalam air permukaan (Shafiquzzaman et al 2011).

Penelitian yang pernah dilakukan dengan menggunakan membran keramik (Nasir et-al 2010) memperlihatkan bahwa membran keramik yang dibuat dengan perbandingan tertentu dari tanah liat dan abu batu bara dan dikombinasikan dengan pre treatment awal menggunakan silika, zeolit dan karbon aktif 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 et-al 2010).

Untuk memperkuat struktur keramik yang dibuat Nasir et al (2011) menambahkan konsentrasi serbuk besi. Komposisi terbaik dari campuran tanah liat, abu terbang batubara dan serbuk besi 77,5% : 20% : 2,5%. Komposisi filter tersebut mampu menurunkan konsentrasi Amonia total sekitar 96% bila dikombinasikan dengan pretreatment awal menggunakan silika, zeolit dan karbon aktif.



BAB 3

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian skala laboratorium yang akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pemisahan Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Ada dua tahapan yang akan dilaksanakan yaitu :

1. Perancangan filter keramik meliputi: komposisi bahan campuran dan jumlah aditive dalam pembuatan (fabrikasi) membran.
2. Ujicoba pemakaian membran keramik dalam pengolahan limbah cair meliputi analisa terhadap fluks permeat, koefisien rejeksi dan kemampuan reduksi membran terhadap TDS, dan kandungan logam berat.

3.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah filter keramik, rumah membran, flowmeter, selang plastik, pressure gauge, pipa PVC dan Pompa Sentrifugal. Alat alat ukur yang digunakan adalah pHmeter, Gelas Ukur, Gelas Erlenmeyer, Atomic Adsorption Spectrofotometer, Tabung reaksi, Turbidimeter, Kertas saring, Oven, Timbangan elektrik.

Sampel penelitian berupa air limbah proses laundry yang diperoleh dari suatu unit usaha laundry di Kota Palembang.

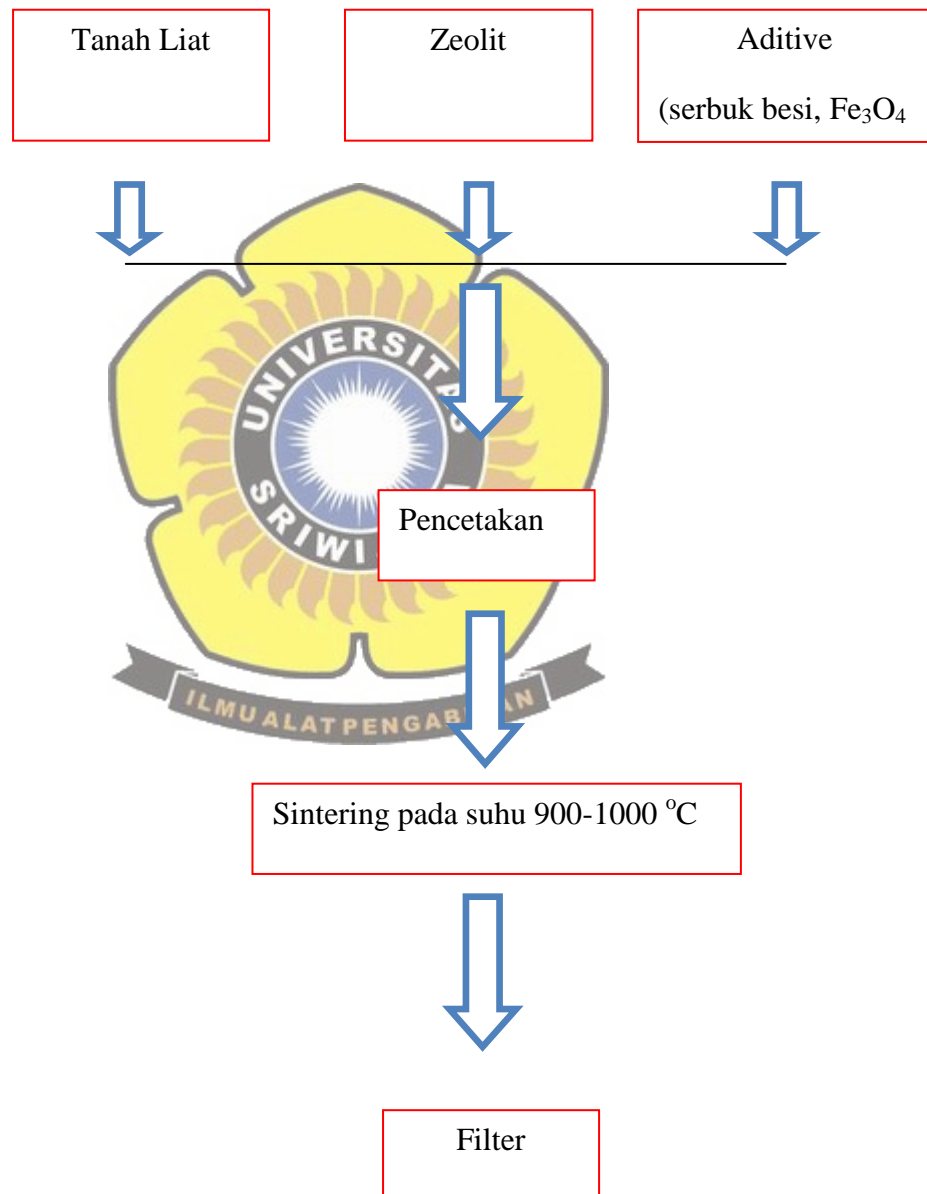
3.2. Variabel Proses

Limbah cair awal yang akan digunakan dalam eksperimen ini terlebih dahulu dianalisa sesuai dengan standard air buangan. Berbagai pemeriksaan yang akan dilakukan meliputi pH, TDS, kandungan logam berat dan kadar deterjen. Setelah proses fabrikasi membran selesai dan siap diujicoba, maka variabel proses yang diteliti adalah tekanan operasi pompa dan laju alir umpan. Sebagai tambahan, pada

akhir eksperimen akan dilakukan uji Scanning Electron Microscope (SEM) terhadap struktur membran sebelum dan sesudah eksperimen.

3.3 Proses Pembuatan Membran Keramik

Proses pembuatan membran keramik dilakukan dengan memvariasikan bahan baku membran seperti : tanah liat dan zeolit dengan perbandingan tertentu. Secara skematis dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3.1 Tahapan pembuatan filter keramik

Berikut ini adalah langkah-langkah pembuatan filter keramik :

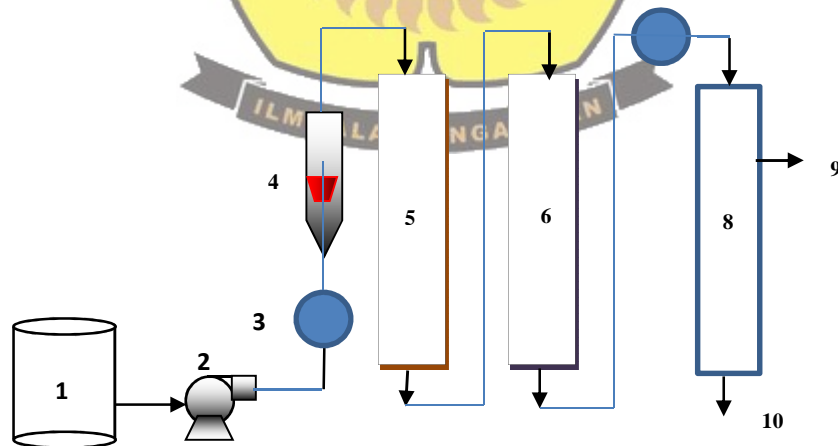
- 1) Pencampuran tanah liat dengan zeolit dan serbuk besi dengan perbandingan mulai dari 79% : 20% : 1%,
- 2) Bahan dicetak dengan cetakan gips
- 3) Dikeluarkan dari cetakan dan dikeringkan pada suhu kamar selama 7 hari
- 4) Dipanaskan pada suhu 900 – 1000 °C selama 12 jam.

3.4. Skema rancangan Filter

Filter keramik dirancang berbentuk tube, dibuat dari campuran tanah liat dan serta aditive serbuk besi dengan dimensi sebagai berikut: diameter dalam = 5 cm, diameter luar = 7 cm, ketebalan = 1 cm, panjang= 50 cm. Housing filter terbuat dari fiber glass dengan dimensi sebagai berikut : diameter luar = 9 cm, diameter dalam = 8,5 cm, panjang = 60 cm

3.5. Rancangan Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa tangki sampel dengan kapasitas 250 L.



Gambar 3.2 Rangkaian Alat Penelitian

(1. Tangki air limbah, 2. Pompa 3. Pressure Gauge 4. Flowmeter Umpan 5. Filter silika 6. Karbon Aktif, 7. Pressure Gauge 8. Filter Keramik, 9. Permeat, dan 10. Konsentrat)

Untuk mengalirkan air limbah menuju filter silika dan filter karbon aktif digunakan pompa sentrifugal. Pengukuran tekanan dilakukan dengan memasang pressure gauge sebelum air limbah masuk ke filter silika dan juga sebelum memasuki filter keramik. Permeat ditampung dengan menggunakan gelas Erlenmeyer. Konsentrat dikembalikan ke tangki sampel setelah waktu operasi tercapai.



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Filter Keramik yang telah dibuat

Pembuatan filter keramik dengan perbandingan komposisi tanah liat : zeolit : serbuk besi sebagai berikut

- 1) 72,5% : 25% : 2.5%;
- 2) 67,5 : 30 : 2,5;
- 3) 77,5 : 20 : 2.5;
- 4) 69 : 30 : 1;
- 5) 74 : 25 :1;
- 6) 75 : 20 : 5;
- 7) 79 : 20 : 1 dan
- 8) .75% : 20% : 5%.

Ujicoba pengolahan air limbah hasil proses laundry dengan peralatan yang telah dirancang dilakukan dengan memvariasikan laju alir umpan pada beda tekanan (ΔP) yaitu 15,3; 19,3 dan 23,3 psi. Pengamatan dilakukan pada waktu operasi berbeda-beda mulai 15, 30, 45 dan 60 menit. Filter keramik yang telah dibuat ditampilkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Filter keramik yang terbuat dari campuran tanah liat, zeolit dan serbuk besi pada berbagai komposisi.

4.2. Hasil analisa sampel awal (A)

Ada dua jenis sampel yang digunakan dalam penelitian ini. Sampel pertama (A) merupakan buangan dari kegiatan pencucian skala rumahtangga yang mengandung sisa-sisa deterjen, dan sampel kedua (B) merupakan hasil proses laundry dari industri laundry yang diperoleh di kota Palembang. Hasil analisis terhadap sampel awal (A) untuk studi pendahuluan pengolahan air limbah hasil proses laundry skala rumah tangga terlihat pada Tabel 4.1 berikut ini :

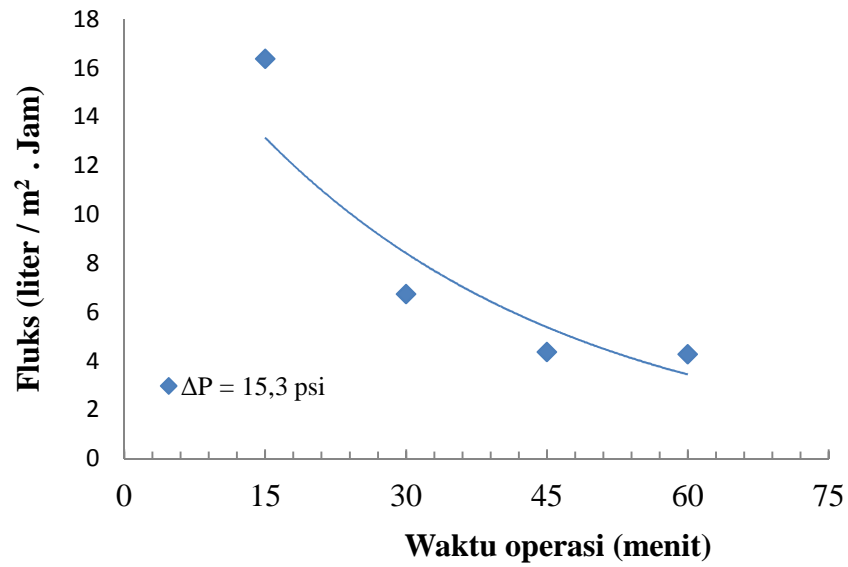
Tabel 4.1. Hasil Analisis terhadap Sampel awal (A)

Parameter	Satuan	Nilai
Total Suspended Solid	mg/L	31,6
pH	-	6,53
Besi	mg/L	0,5174
Mangan	mg/L	0,0207
Sulfat	mg/L	27,381
Amonia bebas	mg/L	0,28
Klorida	mg/L	4,0
Fluorida	mg/L	0,0016
Nitrat	mg/L	0,11
Nitrit	mg/L	0,0561
COD	mg/L	18
Minyak dan lemak	mg/L	0,203
Daya Hantar Listrik	μ S/cm	187,2
Kesadahan	mg/L	168,0

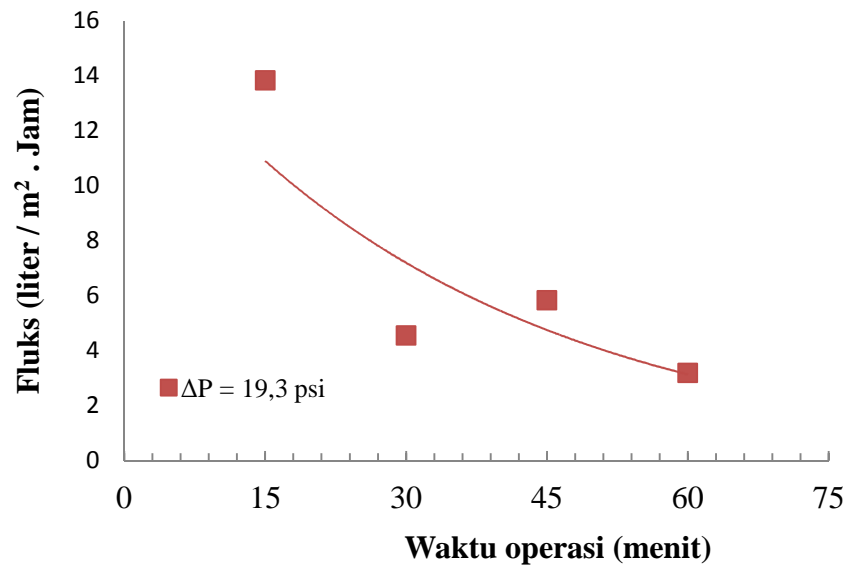
Dari Tabel 4.1. terlihat bahwa secara keseluruhan sampel memenuhi persyaratan kecuali ion besi yang melampaui ambang batas.

4.3. Pengaruh waktu operasi terhadap fluks permeal pada Sampel A

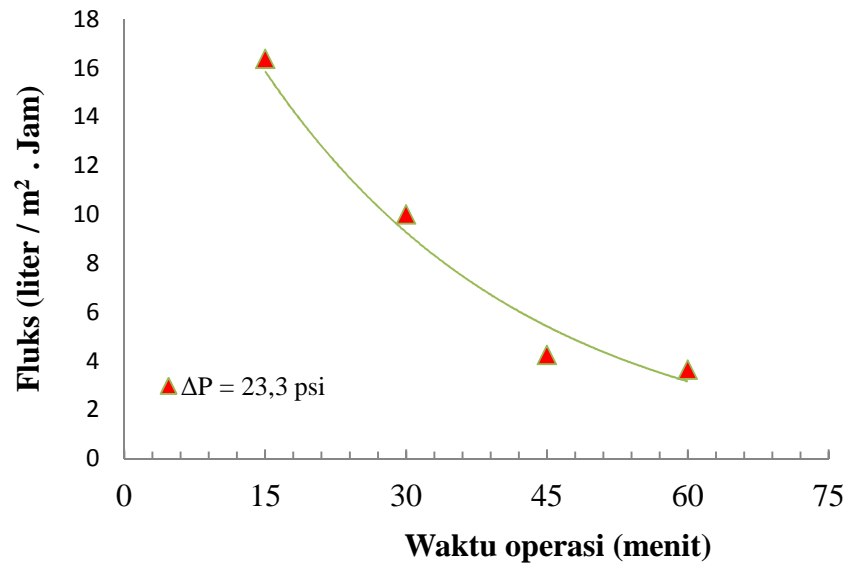
Pengaruh waktu operasi terhadap fluks dapat dilihat pada Gambar 4.2 sampai Gambar 4.10. Dalam penelitian ini, waktu operasi yang digunakan adalah 15, 30, 45 dan 60 menit. Semua filter menunjukkan penurunan fluks setelah waktu operasi 60 menit. Dari delapan buah filter yang diuji hanya filter dengan komposisi tanah liat 77,5%, zeolit 20% (ukuran partikel 250 μ m) dan serbuk besi 2,5 % (500 μ m) yang menunjukkan fluks permeal yang optimal yaitu pada kenaikan beda tekanan (Δ P) mulai dari 15,3 psi hingga 23,3 psi.



Gambar 4.2. Fluks permeat pada $\Delta P = 15,3$ psi untuk filter dengan komposisi 77,5% tanah liat, 25% zeolit dan 2,5% serbuk besi

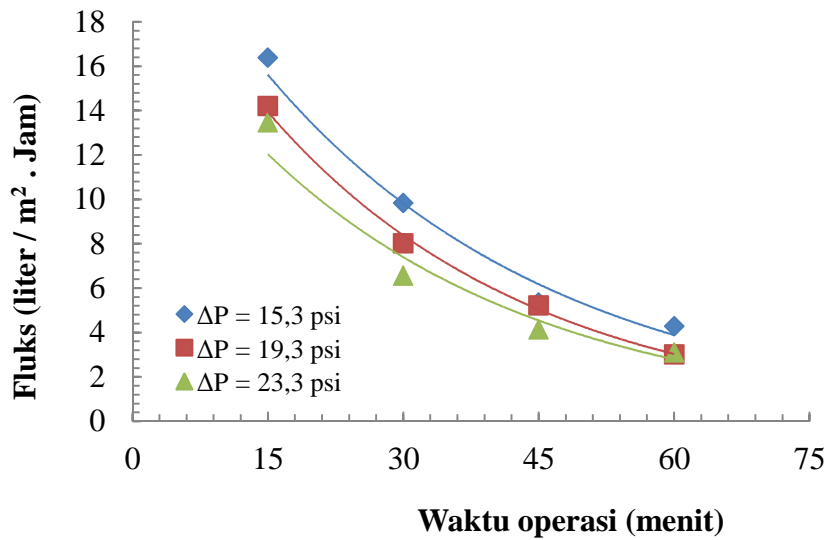


Gambar 4.3. Fluks permeat pada $\Delta P = 19,3$ psi untuk filter dengan komposisi 77,5% tanah liat, 25% zeolit dan 2,5% serbuk besi

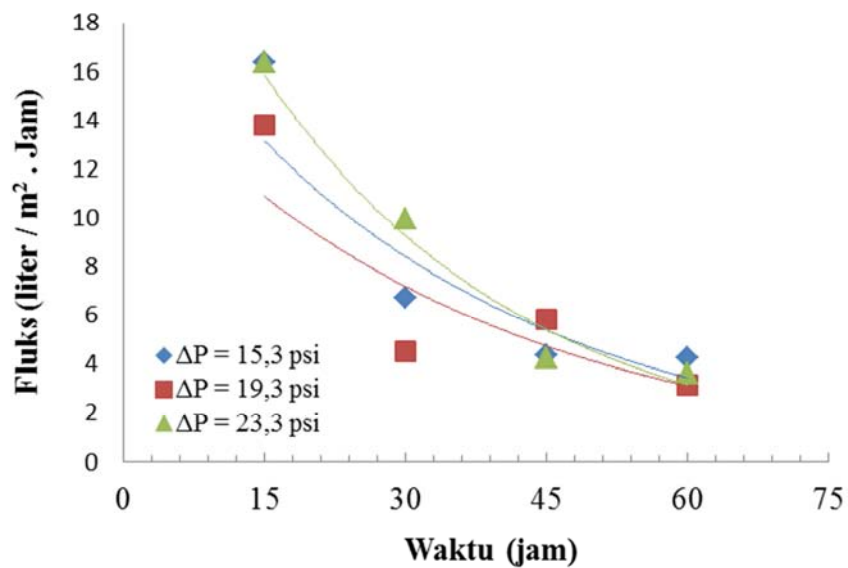


Gambar 4.4. Fluks permeal pada $\Delta P = 23,3$ psi untuk filter dengan komposisi 77,5% tanah liat, 25% zeolit dan 2,5% serbuk besi

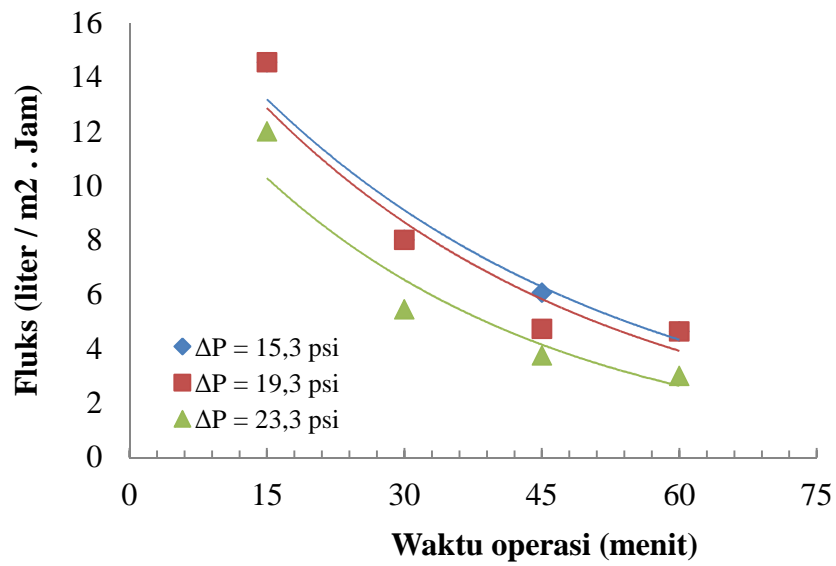
Penurunan fluks membran dapat terjadi karena adanya adsorpsi beberapa ion logam atau sisa deterjen yang mengandung surfaktan baik anionik maupun kationik oleh partikel zeolit yang terdapat dalam filter keramik. Sebagaimana diketahui bahwa kebanyakan deterjen yang digunakan di Indonesia berbasis LAS (Linear Alkylbenzene Sulphonate) yang merupakan surfaktan anionik. LAS adalah surfaktan ionik yang mengandung gugus ion Na^+ pada struktur molekulnya. Sisa-sisa surfaktan akan berinteraksi secara hydrophobic dan elektrostatik dengan molekul zeolit yang terdapat dalam filter keramik yang digunakan. Penurunan fluks dapat meningkat karena perbedaan tekanan dan waktu operasi yang digunakan. Dalam penelitian ini terlihat bahwa beda tekanan sebesar 19,3 psi memberikan laju penurunan fluks yang relatif baik untuk filter keramik yang mempunyai komposisi komposisi 77,5% tanah liat, 25% zeolit dan 2,5% serbuk besi.



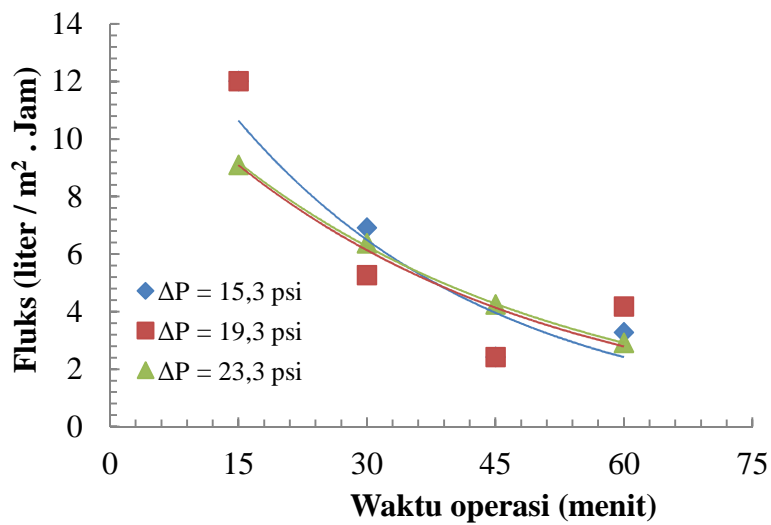
Gambar 4.5. Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 69%, zeolit 30% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 1 % (500 μm)



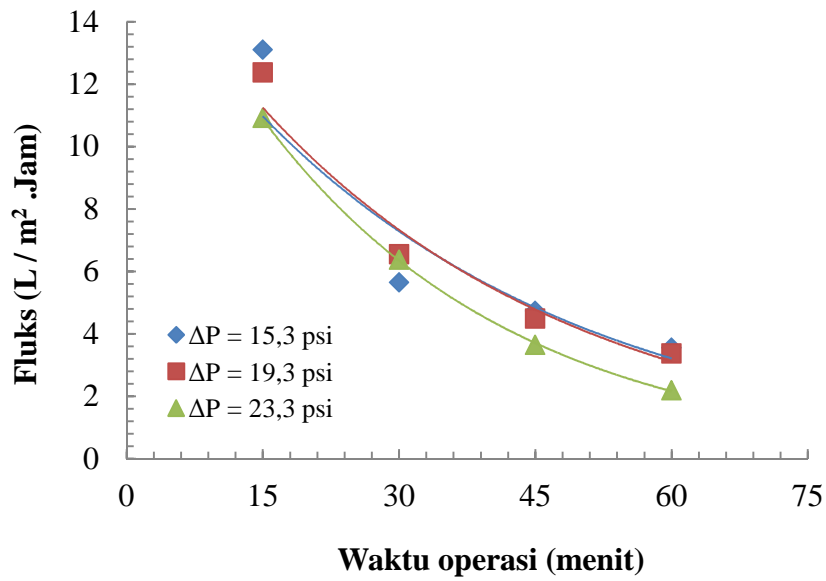
Gambar 4.6 Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 77,5%, zeolit 20% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 2,5 % (Ukuran partikel 500 μm)



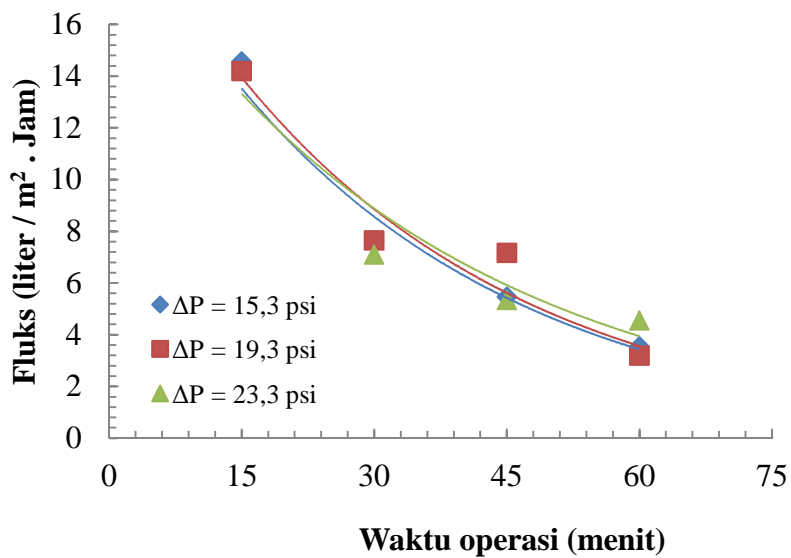
Gambar 4.7. Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 67,5%, zeolit 30% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 2,5 % (ukuran partikel 500 μm)



Gambar 4.8. Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 77,5%, zeolit 25% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 2,5 % (ukuran partikel 500 μm)

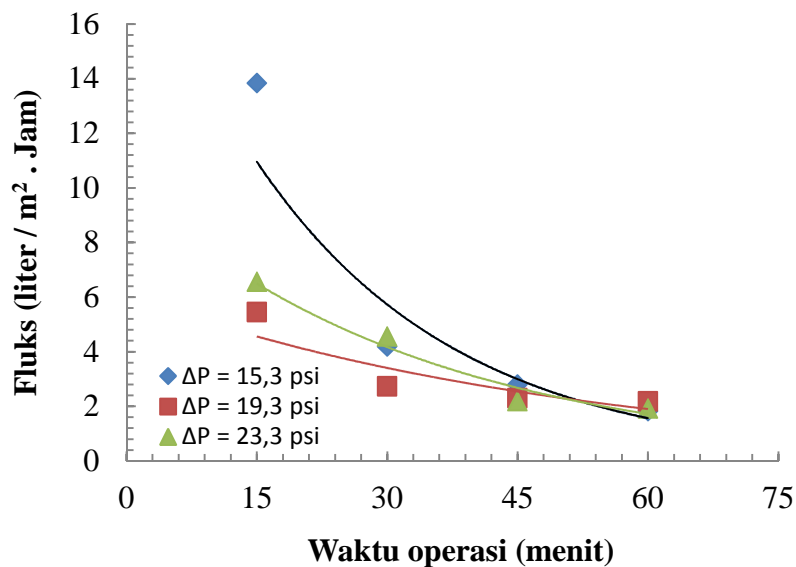


Gambar 4.9 Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 74%, zeolit 25% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 1 % (500 μm)



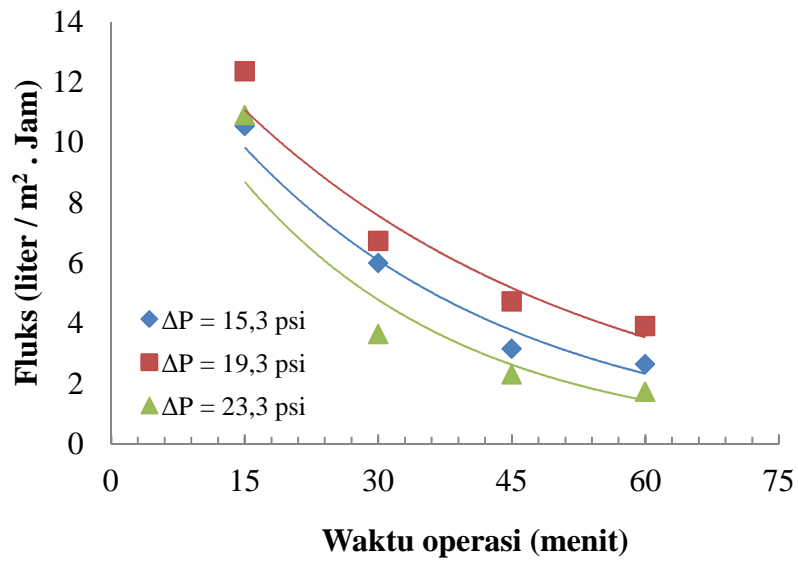
Gambar 4.10. Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 75%, zeolit 20% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 5% (ukuran partikel 500 μm)

Gambar 4.11 memperlihatkan laju penurunan fluks untuk filter keramik dengan komposisi komposisi tanah liat 79%, zeolit 20% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 1% (500 μm). Fluks permeat relatif stabil dengan kenaikan waktu operasi, kecuali pada beda tekan yang rendah yaitu 15,3 psi. Namun permeat yang diperoleh relatif lebih sedikit bila beda tekanan ditingkatkan. Hal ini terjadi karena konsentrasi zeolit yang digunakan dalam campuran filter hanya sekitar 20% sehingga proses adsorpsi surfaktan oleh zeolit tidak optimal dan surfaktan hanya berinteraksi dengan pori tanah liat.

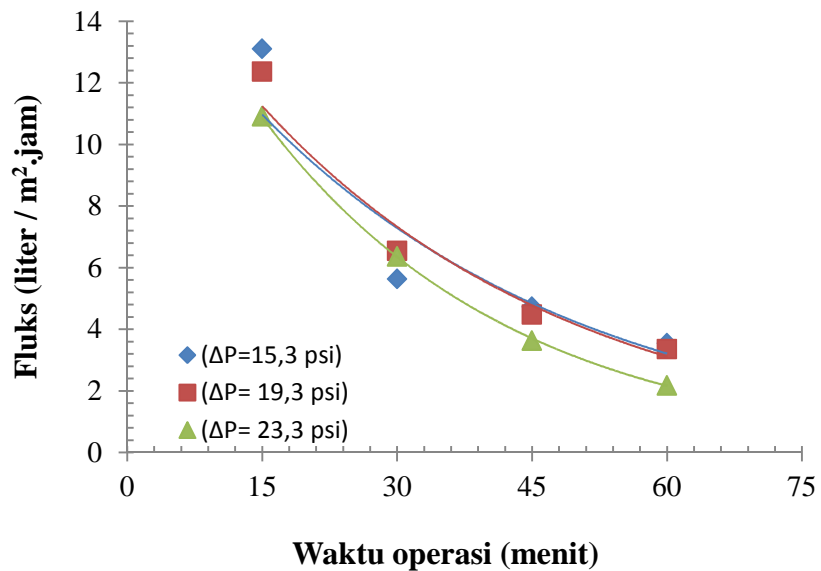
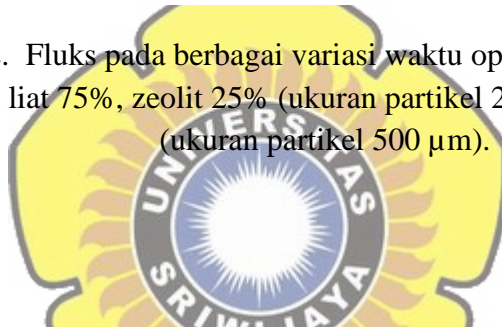


Gambar 4.11. Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 79%, zeolit 20% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 1% (ukuran partikel 500 μm)

Persentase kadar tanah liat yang digunakan dalam pembuatan filter keramik juga mempunyai pengaruh yang cukup besar dalam penurunan fluks seperti terlihat pada Gambar 4.12 dan Gambar 4.13. Hal ini disebabkan karena adanya interaksi antara solid dalam air limbah dengan partikel tanah liat sehingga menghalangi adsorpsi ion-ion logam oleh partikel zeolit.



Gambar 4.12. Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 75%, zeolit 25% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 5% (ukuran partikel 500 μm).



Gambar 4.13. Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 74%, zeolit 25% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 1% (ukuran partikel 500 μm)

4.4. Hasil Analisis terhadap TDS, EC dan pH pada sampel A

Tabel 4.2 memperlihatkan harga TDS, pH dan EC rata-rata setelah waktu operasi 60 menit.

Tabel 4.2. Hasil analisis TDS, pH dan Electrical Conductivity rata rata

No	Komposisi Filter (%tanah liat : % zeolit: % serbuk besi)	TDS rata- rata(mg/L)	pH rata rata (-)	EC rata rata (μ S/cm)
1	72,5 : 25 : 2.5	216	8,15	408
2	67,5 : 30 : 2,5	206	8,05	401
3	77,5 : 20 : 2.5	151	7,90	305
4	69 : 30 : 1	142	7,75	285
5	74 : 25 :1	193	7,69	387
6	75 : 20 : 5	152	7,97	304
7	79 : 20 : 1	214	7,90	429
8	75 : 20 : 5	164	7,93	330

Catatan :

Ukuran partikel zeolit dan serbuk besi yang digunakan masing masing adalah 250 μ m dan 500 μ m

Tabel 4.2 memperlihatkan hasil analisis terhadap TDS, pH dan Electrical Conductivity permeat yang dihasilkan pada berbagai komposisi filter keramik. Terlihat bahwa filter keramik dengan komposisi 69% tanah liat, 30% zeolit dan 1% serbuk besi menunjukkan hasil yang cukup baik bila dilihat dari kualitas permeat yang dihasilkan.

4.5. Hasil Percobaan dengan Sampel B

Untuk mendapatkan hasil yang lebih signifikan maka sampel lain (B) juga diteliti dalam penelitian ini. Tabel 4.3. menampilkan hasil Analisis terhadap Sampel awal (B) yang diperoleh dari salah satu unit usaha laundry yang ada di kota Palembang.

Tabel 4.3. Hasil Analisis terhadap Sampel awal (B)

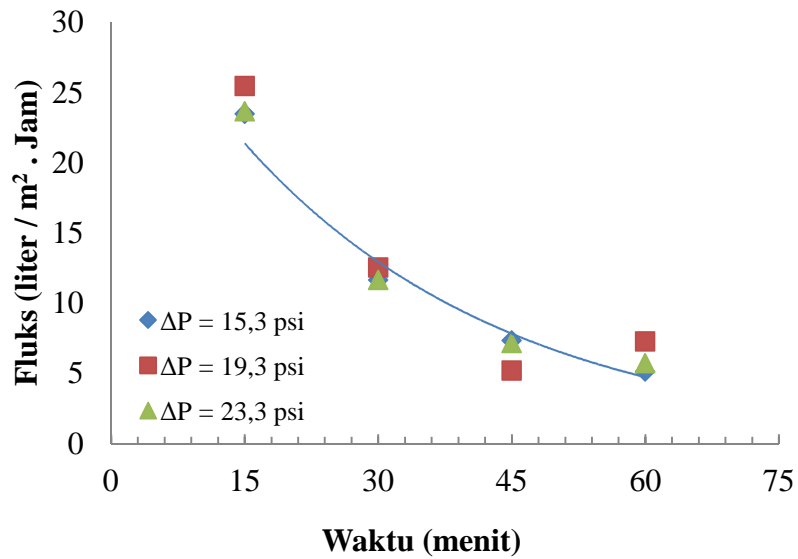
Parameter	Satuan	Nilai
Total Dissolve Solid (TDS)	mg/L	283
Totoal Suspended Solid	mg/L	79,6
pH	-	7,53
Besi	mg/L	n.a
Mangan	mg/L	0,0246
Sulfat	mg/L	27,381
Amonia bebas	mg/L	0,39

Klorida	mg/L	4,0
Fluorida	mg/L	0,067
Nitrat	mg/L	1,08
Nitrit	mg/L	0,098
COD	mg/L	1365
BOD	Mg/L	418
Minyak dan lemak	mg/L	0,219
DHL	μ S/cm	572
Kesadahan	mg/L	630
Deterjen	Mg/L	20,6

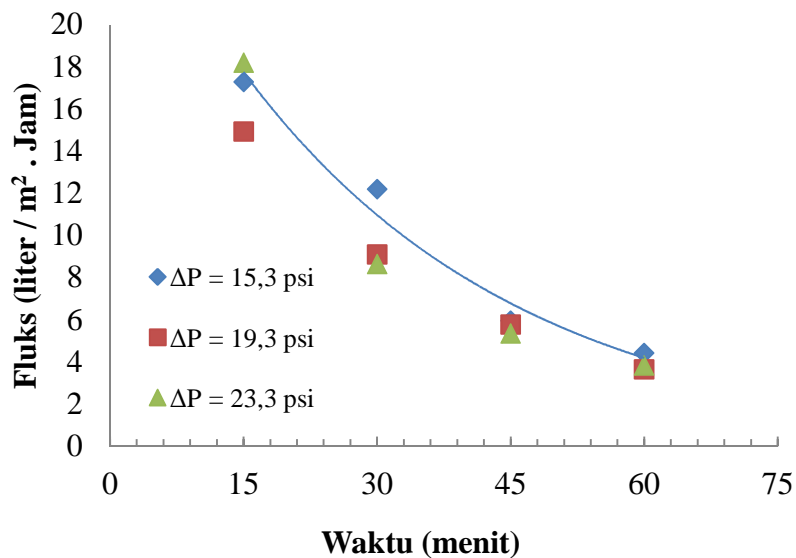
Dari Tabel 4.3 diatas terlihat bahwa sampel B dengan kandungan COD dan BOD air umpan yang tidak memenuhi persyaratan berdasarkan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No 18 tahun 2005. Kadar deterjen (walaupun tidak dipersyaratkan dalam Peraturan Gubernur Sumsel No 18 tahun 2005) sebesar 20,6 mg/L memperlihatkan nilai yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan hasil penelitian Ciabatti et al (2009) yang menggunakan air umpan yang mengandung total surfaktan sebesar 8,78 mg/L atau hasil penelitian Sostar-Turk et al (2005) yang menggunakan sampel dengan kadar total ionic surfactant sebesar 10,1 mg/L.

4.6. Pengaruh waktu operasi terhadap fluks permeat pada Sampel B

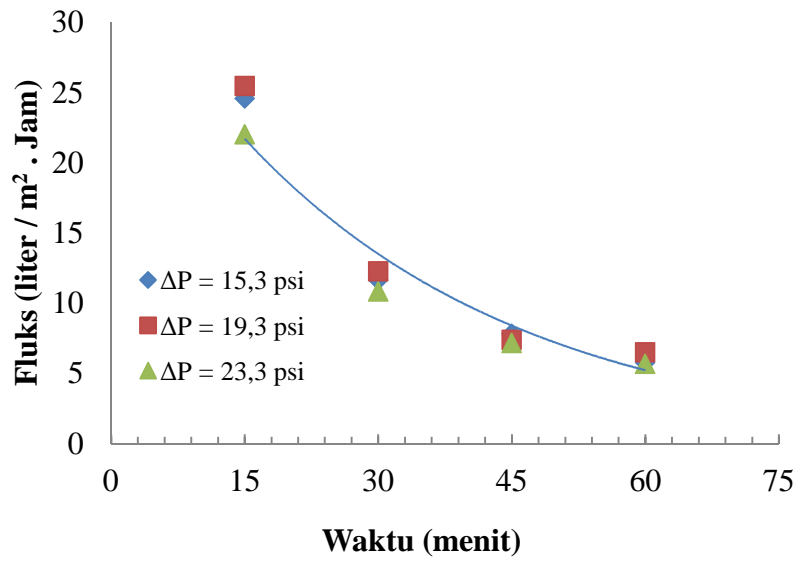
Gambar 4.14 sampai 4.18 juga memperlihatkan pengaruh waktu terhadap fluks permeat pada berbagai-bagai komposisi filter untuk pengolahan sampel B. Terlihat bahwa semua fluks permeat akan menurun dengan meningkatnya waktu operasi untuk semua komposisi filter. Penurunan fluks terjadi bila beda tekanan (ΔP) ditingkatkan. Pada sistem filtrasi yang dirancang terlihat bahwa ΔP sebesar 19,3 psi memperlihatkan kestabilan fluks untuk masing-masing filter. Secara teoritis peningkatan tekanan operasi akan meningkatkan laju permeat. Namun kenaikan tekanan juga memperbesar kemungkinan terjadinya fouling pada permukaan filter. Fouling dapat disebabkan karena adanya partikel solut yang terkandung dalam air limbah laundry.



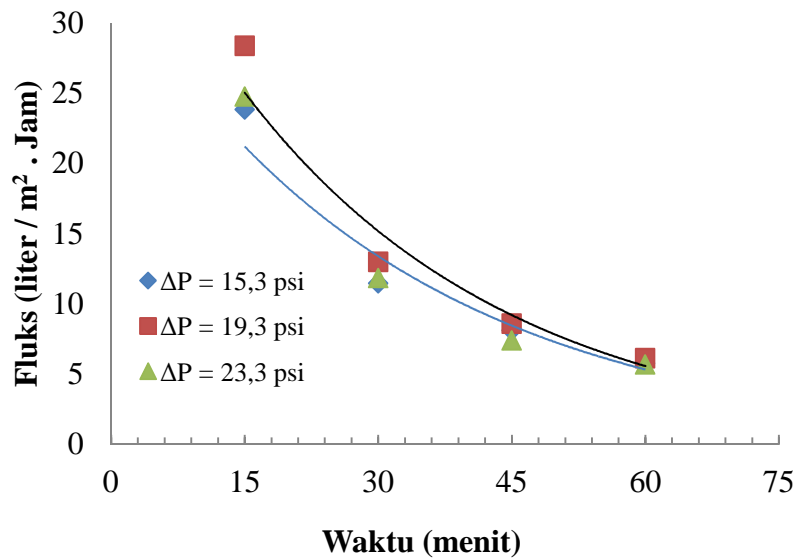
Gambar 4.14 Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 67,5%, zeolit 30% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 2,5 % (ukuran partikel 250 μm).



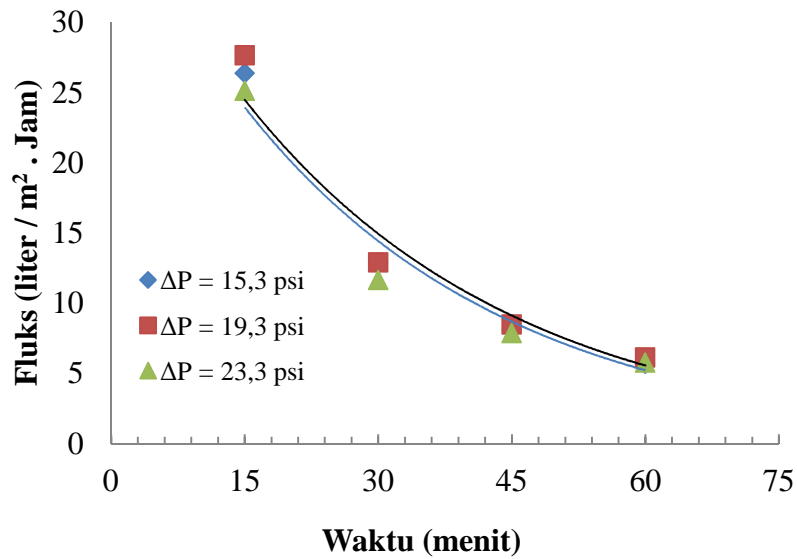
Gambar 4.15 Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 70%, zeolit 25% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 5 % (250 μm)



Gambar 4.16 Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 70%, zeolit 25% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 5 % (250 μm)



Gambar 4.17 Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 72,5%, zeolit 25% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 2,5 % (250 μm)



Gambar 4.18 Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 77,5%, zeolit 20% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 2,5 % (250 μm)

4.7. Penurunan Kadar TDS, EC, COD, BOD dan LAS

Hasil analisis terhadap permeat yang diproduksi masing-masing filter dengan berbagai variasi komposisi tanah liat, zeolit dan serbuk besi dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Persentase Penurunan TDS, EC, COD, BOD₅ dan LAS

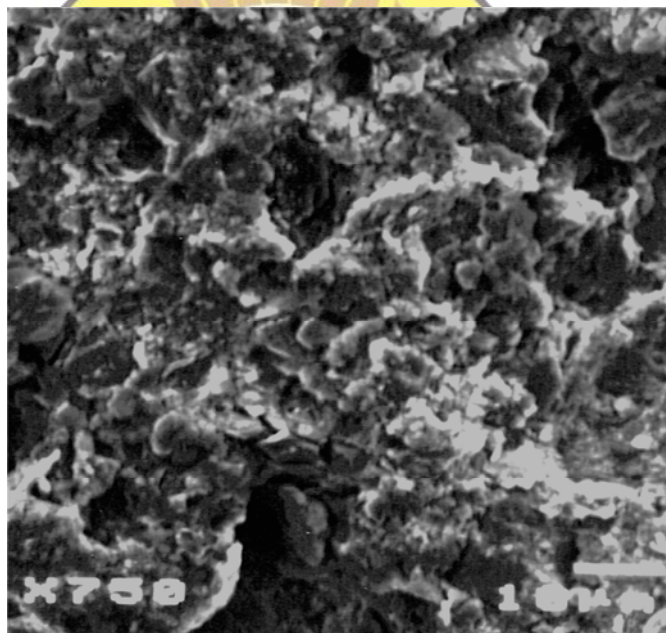
No	Komposisi Filter (% tanah liat : % zeolit: % serbuk besi)	% Penurunan				
		TDS	EC	COD	BOD ₅	LAS
1	72,5 : 25 : 2,5	4,48	5,73	85,35	89,70	98,96
2	67,5 : 30 : 2,5	4,58	6,15	85,31	90,00	98,98
3	77,5 : 20 : 2,5	6,98	12,40	85,15	89,70	97,95
4	69 : 30 : 1	6,86	12,60	85,19	90,00	97,98
5	74 : 25 : 1	7,29	12,40	85,32	90,00	97,97
6	70 : 25 : 5	3,23	5,73	85,21	89,70	97,96

Terlihat bahwa kombinasi proses pengolahan air limbah laundry dengan menggunakan pasir silika, karbon aktif, dan filter keramik pada berbagai komposisi ternyata cukup efektif untuk menurunkan COD, BOD dan LAS. Komposisi filter yang cukup baik digunakan adalah tanah liat 77,5, zeolit 20 dan serbuk besi 2,5 %. Hal ini

terlihat dari kemampuan filter dimaksud dalam menghasilkan laju permeat, dan kemampuan penurunan TDS, COD, BOD dan LAS yang cukup tinggi.

4.8. Hasil analisis Scanning Electron Microscope (SEM)

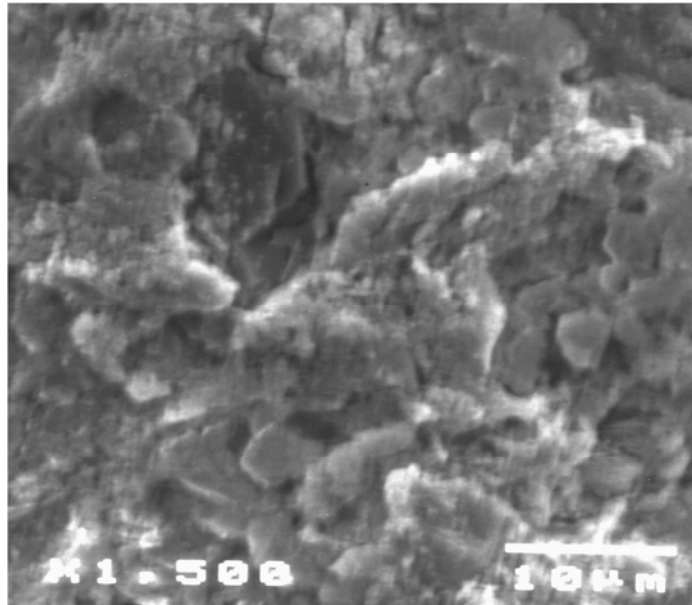
Analisis SEM dilakukan dengan menggunakan peralatan Scanning Electron Microscope (SEM) type JEOL 330-Japan di laboratorium Fisika LIPI dengan cara : Sampel dipotong dengan gunting, kemudian permukaannya dibersihkan kembali sampai halus. Setelah itu dilapis (coating) dengan emas setebal 400 mikron, dengan menggunakan fine coat instrument agar supaya dapat diamati dengan SEM. Kondisi pengamatan dilakukan pada Acceleration Voltage sebesar 15 kV. Perbesaran dilakukan antara 350 kali sampai 3500 kali dengan metode pengamatan Secondary Electron Image (SEI).



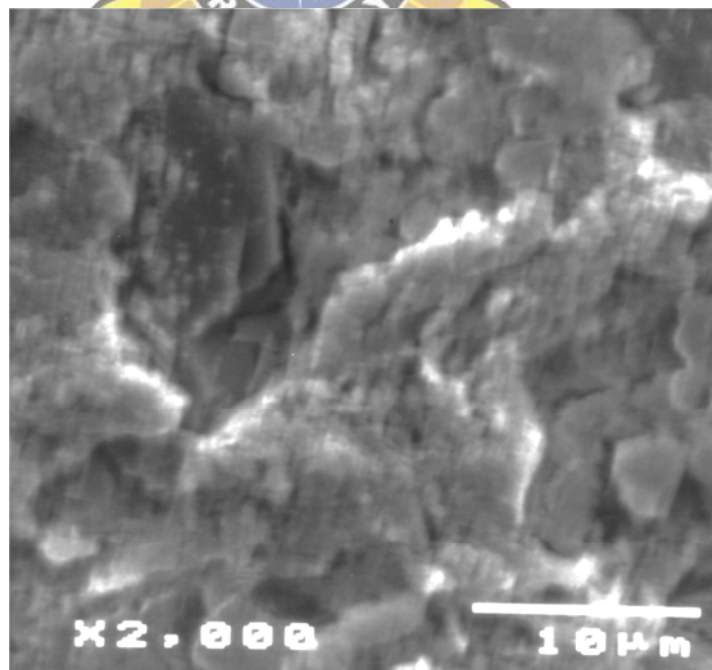
Gambar 4.19 Citra SEM (Perbesaran 750x) untuk Filter dengan komposisi tanah liat : zeolit : serbuk besi sebesar 72,5% : 25% : 2,5%

Citra SEM dari masing masing filter pada berbagai variasi perbesaran memperlihatkan bahwa struktur pori membran adalah bersifat random dengan ukuran berkisar 1 s.d 10 μm . Hal ini hampir sama dengan hasil yang diperoleh oleh Dong et.al (2006) yang menggunakan zeolit alam sebagai bahan membran tanpa menggunakan campuran tanah liat yaitu sekitar 6 μm dan hasil analisis SEM terhadap membran keramik oleh

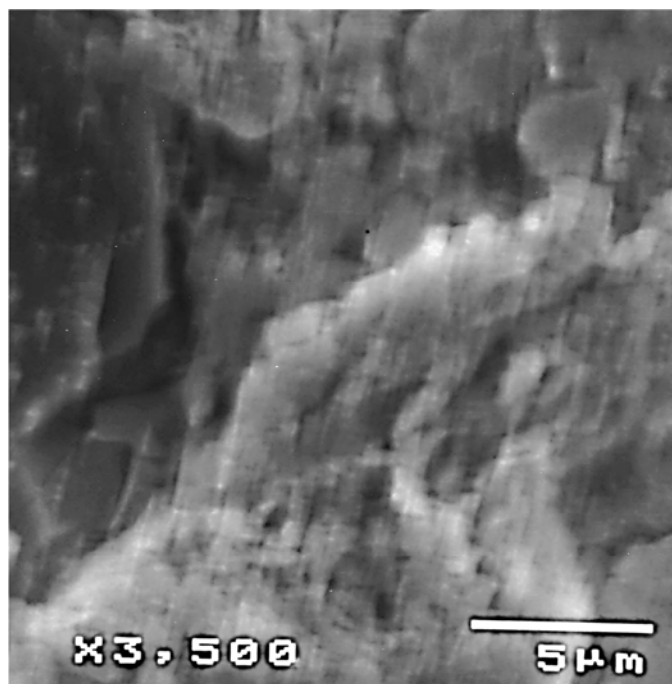
Jia et al (1993) pada perbesaran 1200 kali. Filter yang dihasilkan dapat digolongkan pada jenis membran mikrofiltrasi.



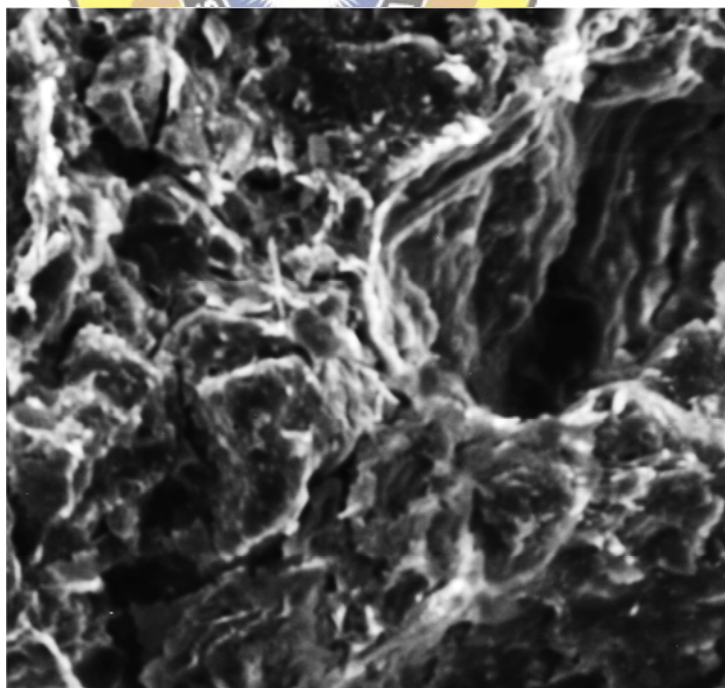
Gambar 4.20 Citra SEM (Perbesaran 1500x) untuk Filter dengan komposisi tanah liat : zeolit : serbuk besi sebesar 77,5% : 20% : 2,5%



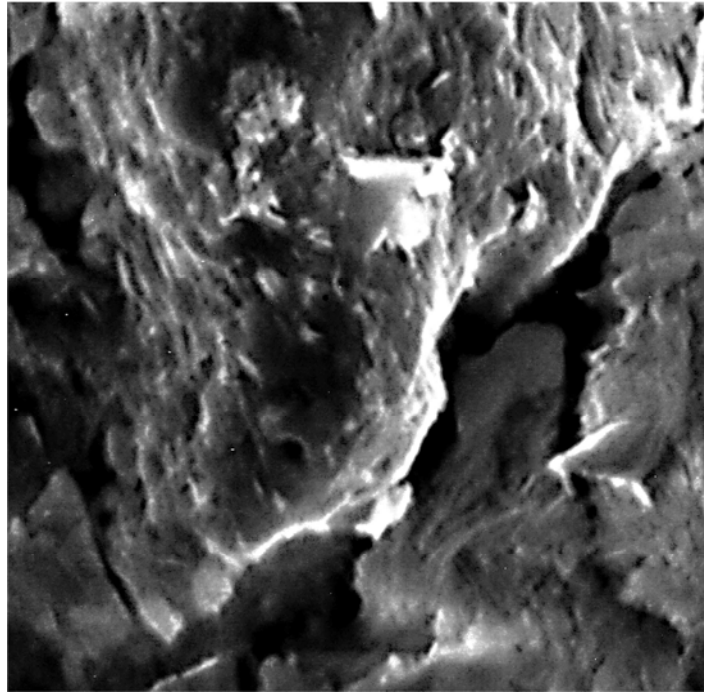
Gambar 4.21 Citra SEM (Perbesaran 2000 X) untuk Filter dengan komposisi tanah liat : zeolit : serbuk besi 75% : 20% : 5%



Gambar 4.22 Citra SEM (Perbesaran 3500x) untuk Filter dengan komposisi tanah liat : zeolit : serbuk besi sebesar 67,5% : 30% : 2,5%



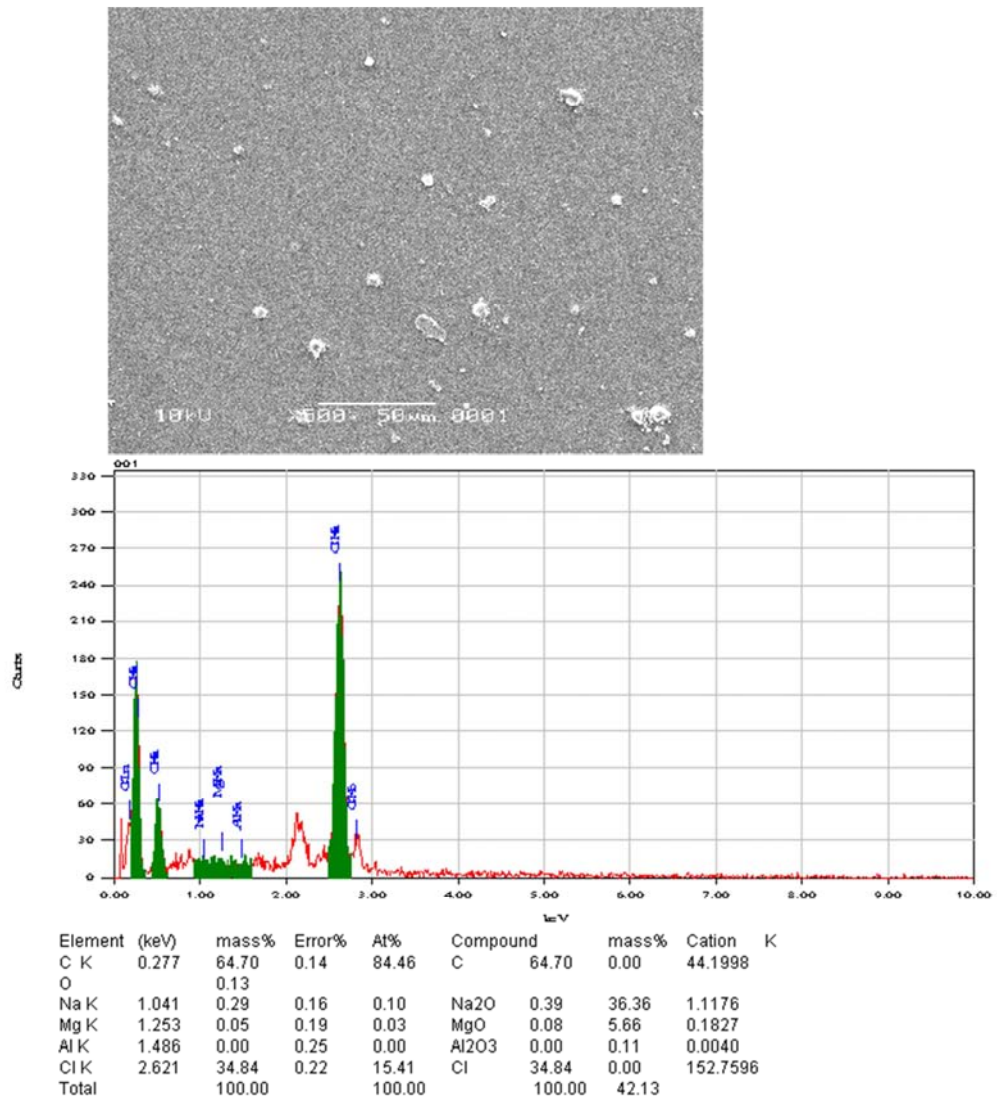
Gambar 4.23 Citra SEM (Perbesaran 750x) untuk Filter dengan komposisi tanah liat : zeolit : serbuk besi sebesar 74% : 25% : 1%



Gambar 4.24 Citra SEM (Perbesaran 3500x) untuk Filter dengan komposisi tanah liat : zeolit : serbuk besi sebesar 70% :25%:5%

4.9. Karakteristik komponen Penyusun Filter Keramik

Spektrum Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) untuk bagian permukaan filter keramik memperlihatkan ada beberapa senyawa yang terdapat dalam filter. Spektrum EDS pada Gambar 4.25 menunjukkan adanya senyawa senyawa Na_2O , MgO , Al_2O_3 , Carbon dan Cl.



**Gambar 4. 25 Spektrum Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX)
filter keramik**

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil yang telah diperoleh dalam penelitian ini maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Filter keramik yang dibuat dari campuran tanah liat alam, zeolit dan serbuk besi dengan komposisi 77,5% tanah liat, 20% zeolit dan 2,5% dapat menurunkan kadar deterjen, COD dan BOD yang terdapat dalam air buangan proses laundry dan memberikan hasil fluks permeat yang cukup baik.
2. Peningkatan jumlah zeolit dalam komposisi filter dapat mengakibatkan meningkatnya daya adsorpsi filter sehingga kemungkinan akan terjadi fouling semakin cepat. Hal ini ditunjukkan dengan rendahnya fluks permeat dengan meningkatnya jumlah zeolit. Namun demikian kualitas permeat yang dihasilkan akan meningkat.
3. Perbedaan tekanan operasi sangat berpengaruh pada kinerja filter keramik yang terbuat dari campuran tanah liat, zeolit dan serbuk besi.
4. Analisis Scanning Electron Microscope memperlihatkan bahwa filter tergolong pada kelompok membran mikrofiltrasi dengan struktur dan ukuran pori yang random.

5.2. Saran

1. Sintering filter berbasis tanah liat dan zeolit sebaiknya disintering pada suhu antara 850 s.d 950 °C. Temperatur sintering yang terlampau tinggi akan menyebabkan ikatan antar partikel menjadi semakin kuat dan menurunkan sifat porous dari filter.
2. Perlu dilakukan analisis terhadap pori pori filter keramik sehingga dapat diketahui diameter rata-rata pori.

DAFTAR PUSTAKA

- Aygun, A., dan T. Yilmaz (2010), Improvement of Coagulation-Flocculation Process for Treatment of Detergent Wastewaters Using Coagulant Aids, *International Journal of Chemical and Environmental Engineering*, Volume 1, No.2, 97-101
- Caro, J., M. Noack, P. Kolsch, R. Schafer (2000), Zeolite membranes state of their development and perspective, *Microporous and Mesoporous Materials*, 38, 3-24
- Chau, J.L.H, C.Tellez, K.L. Yeung , K. Ho (2000), The role of surface chemistry in zeolite membrane formation, *Journal of Membrane Science*, 164, 257–275
- Ciabatti, I, F. Cesaro, L.Faralli, E.Fatrella, F.Togotti (2009), Demonstration of a treatment system for purification and reuse of laundry wastewater, *Desalination* 245: 451-459
- Crittenden, B dan W.J. Thomas (1998), *Adsorption Technology and Design*, Elsevier Science and Technology Books, Amsterdam
- Cui, J., Z. Zhang, H. Liu, S. Liu, K.L.Yeung (2008), Preparation and application of zeolite/ceramic microfiltration membranes for treatment of oil contaminated water, *Journal of Membrane Science*, 325, 420-426
- Dong, Y., S. Chena, X. Zhang, J. Yang , X. Liu (2006), Fabrication and characterization of low cost tubular mineral-based ceramic membranes for micro-filtration from natural zeolite, *Journal of Membrane Science*, 281, 592–599
- Hoinkis, J dan V. Panten, (2008), Wastewater recycling in Laundries-From Pilot to Large Scale Plant, *Chemical Engineering and Processing*, 47,:1159-1164
- 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.
- Jia, M.D, K.V. Peinemann, R.D. Behling (1993), Ceramic zeolite composite membranes. Preparation, characterisation and gas permeation, *Journal of Membrane Science*, 82,15-26
- Kazemimoghadam, M (2010), New nanopore zeolite membranes for water treatment, *Desalination*, 251,176–180

- Lee, J.W., T. O.Kwon dan I.S, 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, Malang
- 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), Palembang
- Nasir, S (2010), Aplikasi Membran Jenis Spiral Wound dalam Pengolahan Limbah Cair, Sekunder, *Jurnal Purifikasi*, Vol 11, No 1
- Nasir, S, M. H. Dahlan, D. Bahrin, Atikah (2011), *Kinerja Filter Keramik dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Pupuk Urea*, Makalah disubmit ke Jurnal Purifikasi
- Nasir, S (2010), *Pembuatan Filter Mikrofiltrasi dari Clay dan Fly Ash dalam Pengolahan Limbah Cair*, Makalah Seminar Nasional Teknik Kimia, Universitas Parahyangan, Bandung
- Noble, R.D dan S.A. Stern (2003), *Membrane Separations Technology: Principles and Applications*, Elseviere, Amsterdam
- Petala, M., V. Tsiridis, P. Samaras, A. Zouboulis dan G. P. Sakellariopoulos (2006). Wastewater reclamation by advanced treatment of secondary effluents. *Desalination*, 195(1-3),109-118
- Qiu, L S. Zhang, G.Wang, M.Du (2008), Performances and nitrification properties of biological aerated filters with zeolite, ceramic particle and carbonate media, *Journal of Membrane Science*, 325, 420–426
- Shafiquzzaman,Md., M.S. Azam, J. Nakajima, Q.H. Bari (2011), Investigation of arsenic removal performance by a simple iron removal ceramic filter in rural households of Bangladesh, *Desalination*, 265, 60–66
- Shan, W , Y.Zhang, W.Yang , C. Ke , Z. Gao, Y.Ye , Y. Tang (2004), Electrophoretic deposition of nanosized zeolites in non-aqueous medium and its application in fabricating thin zeolite membranes, *Microporous and Mesoporous Material*, 69, 35–42

- 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
- Smulders, E (2002), *Laundry Detergents*, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany
- Suthanthararajan, 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
- Turk, S.S, I.Petricin, M.Simonic (2005), Laundry wastewater treatment using coagulation and membrane filtration, *Resources, Conservation & Recycling*, 44, 185-196
- Weiyang, L, A.Yuasa, D.Bingzi, D.Huiping, G. Naiyun (2010), Study on backwash wastewater from rapid sand-filter by monolith ceramic membrane, *Desalination*, 250, 712-715
- 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.
- Wena, Z.H, Y.S. Hanc,L.Liang, J.B.Li (2008), Preparation of porous ceramics with controllable pore sizes in an easy and low-cost way, *Materials Characterization*, 59, 1335-1338

LAMPIRAN

L1. Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 72,5 % : 25% : 2,5%) untuk limbah laundry skala rumah tangga

No	AP (Psi)	Waktu Operasi (menit)	Fluks (L/m ² .jam)	TDS (ppm)	pH (-)	EC (µs/cm)
1	15,3	15	12,01	155	8,01	310
		30	6,92	136	8,11	275
		45	2,43	126	7,73	252
		60	3,28	114	7,59	228
2	19,3	15	12,01	169	7,99	338
		30	5,28	226	8,16	452
		45	2,43	217	8,18	435
		60	4,19	307	8,31	615
3	23,3	15	9,10	189	8,29	379
		30	6,37	306	8,73	610
		45	4,25	242	8,28	483
		60	2,912	256	8,36	514

Catatan : Ukuran partikel zeolit adalah 250 µm dan serbuk besi adalah 500 µm

L2. Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 67,5 % : 30% : 2,5%) untuk limbah laundry skala rumah tangga

No	AP (Psi)	Waktu Operasi (menit)	Fluks (L/m ² .jam)	TDS (ppm)	pH (-)	EC (µs/cm)
1	15,3	15	14,56	255	8,21	451
		30	8,01	183	8,06	365
		45	6,07	191	8,05	382
		60	4,64	190	8,07	382
2	19,3	15	14,56	240	8,10	481
		30	8,01	202	8,04	404
		45	4,73	182	7,98	366
		60	4,64	168	7,93	335
3	23,3	15	12,01	191	7,99	382
		30	5,46	191	8,00	382
		45	3,76	242	8,11	404
		60	3,00	238	8,11	478

Catatan : Ukuran partikel zeolit adalah 250 µm dan serbuk besi adalah 500 µm

L3. Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 77,5 % : 20% : 2,5%) untuk limbah laundry skala rumah tangga

No	AP (Psi)	Waktu Operasi (menit)	Fluks (L/m ² .jam)	TDS (ppm)	pH (-)	EC (µs/cm)
1	15,3	15	16,38	138	7,73	276
		30	6,73	190	8,00	379
		45	4,37	194	8,02	388
		60	4,28	135	7,80	271
2	19,3	15	13,83	214	8,09	428
		30	4,55	146	7,95	293
		45	5,82	154	7,92	309
		60	3,18	121	7,79	254
3	23,3	15	16,38	157	7,95	316
		30	10,01	112	7,73	225
		45	4,25	133	7,87	268
		60	3,64	123	7,96	247

Catatan : Ukuran partikel zeolit adalah 250 µm dan serbuk besi adalah 500 µm

L4. Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 77,5 % : 20% : 2,5%) untuk limbah laundry skala rumah tangga

No	AP (Psi)	Waktu Operasi (menit)	Fluks (L/m ² .jam)	TDS (ppm)	pH (-)	EC (µs/cm)
1	15,3	15	16,38	120	7,56	240
		30	9,83	172	7,46	345
		45	5,34	132	7,7	264
		60	4,28	156	7,59	311
2	19,3	15	14,19	111	7,66	222
		30	8,01	139	7,45	278
		45	5,22	134	7,48	268
		60	3,00	162	8,02	325
3	23,3	15	13,47	144	8,01	288
		30	6,55	155	8,05	311
		45	4,12	153	8,05	306
		60	3,09	128	8	257

Catatan : Ukuran partikel zeolit adalah 250 µm dan serbuk besi adalah 500 µm

L5. Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 74 % : 25% : 1%) untuk limbah laundry skala rumah tangga

No	AP (Psi)	Waktu Operasi (menit)	Fluks (L/m ² .jam)	TDS (ppm)	pH (-)	EC (µs/cm)
1	15,3	15	13,10	149	7,78	298
		30	5,64	249	7,68	500
		45	4,73	197	7,65	395
		60	3,55	250	7,67	502
2	19,3	15	12,37	168	7,76	337
		30	6,55	162	7,77	324
		45	4,49	185	7,73	370
		60	3,367	156	7,71	312
3	23,3	15	10,92	161	7,73	321
		30	6,37	120	7,61	240
		45	3,64	200	7,62	402
		60	2,18	319	7,52	638

Catatan : Ukuran partikel zeolit adalah 250 µm dan serbuk besi adalah 500 µm

L6. Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 75 % : 30% : 5%) untuk limbah laundry skala rumah tangga

No	AP (Psi)	Waktu Operasi (menit)	Fluks (L/m ² .jam)	TDS (ppm)	pH (-)	EC (µs/cm)
1	15,3	15	14,56	222	8,13	445
		30	7,64	212	8,12	425
		45	5,46	194	8,7	390
		60	3,55	147	7,95	295
2	19,3	15	14,19	144	7,92	288
		30	7,64	137	7,86	275
		45	7,16	112	7,71	224
		60	3,18	122	7,77	245
3	23,3	15	16,01	105	7,67	210
		30	7,09	133	7,93	267
		45	5,34	122	7,81	246
		60	4,55	172	8,1	343

Catatan : Ukuran partikel zeolit adalah 250 µm dan serbuk besi adalah 500 µm

L7. Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 79 % : 20% : 1%) untuk limbah laundry skala rumah tangga

No	AP (Psi)	Waktu Operasi (menit)	Fluks (L/m ² .jam)	TDS (ppm)	pH (-)	EC (µs/cm)
1	15,3	15	13,83	222	7,88	444
		30	4,19	207	7,87	415
		45	2,79	280	7,96	560
		60	1,82	282	7,96	566
2	19,3	15	5,46	245	7,94	490
		30	2,73	215	7,88	430
		45	2,31	210	7,89	421
		60	2,18	238	7,97	476
3	23,3	15	6,55	236	7,96	472
		30	4,55	177	7,9	355
		45	2,18	105	7,65	210
		60	1,91	155	7,88	312

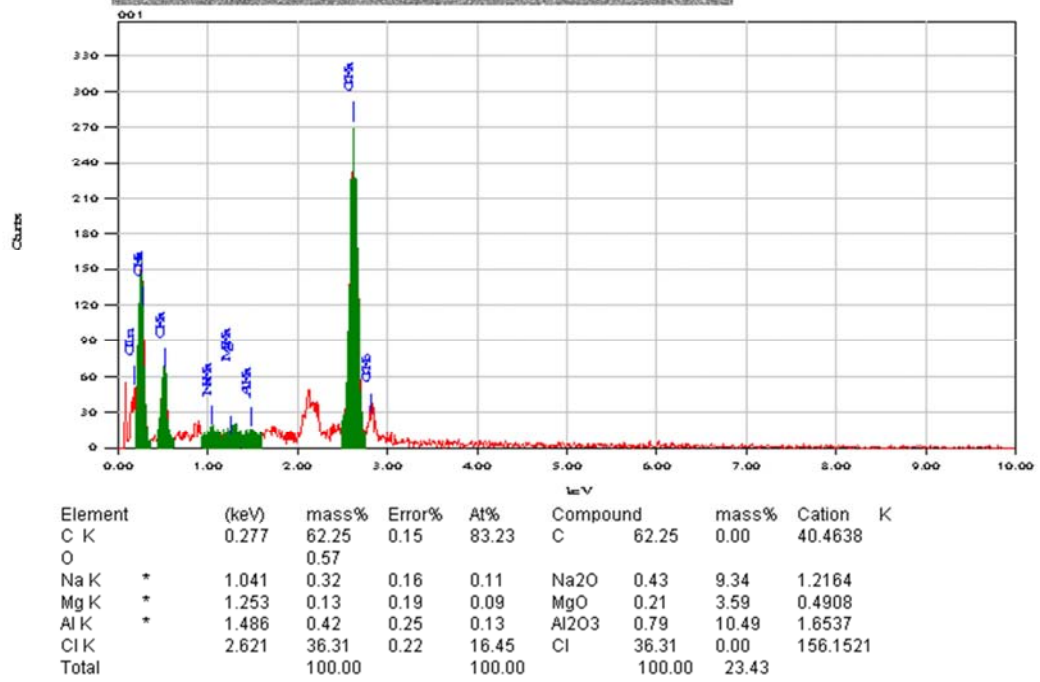
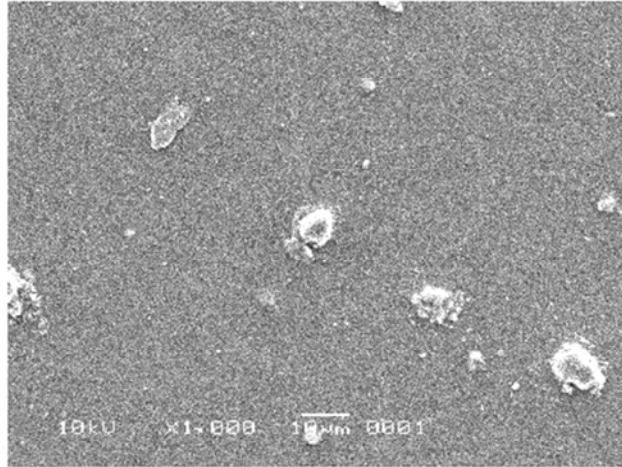
Catatan : Ukuran partikel zeolit adalah 250 µm dan serbuk besi adalah 500 µm

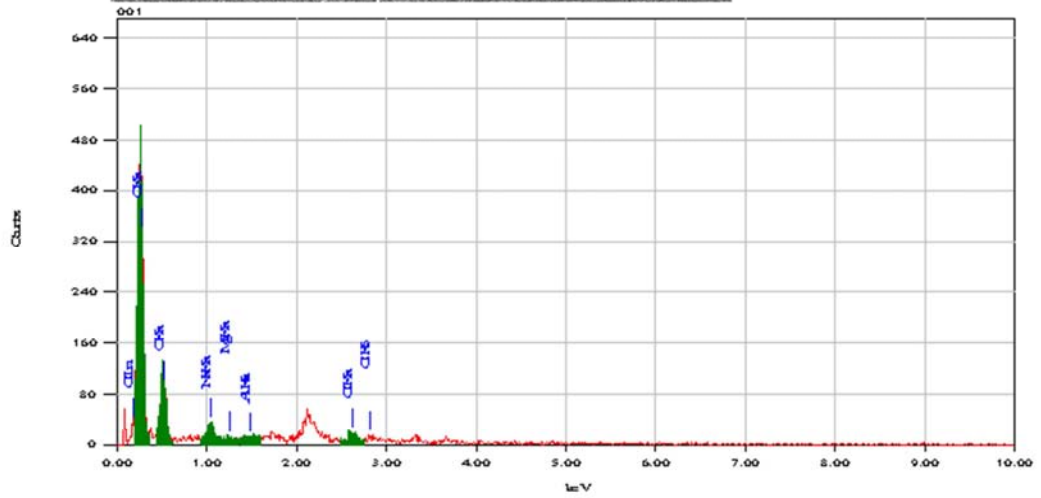
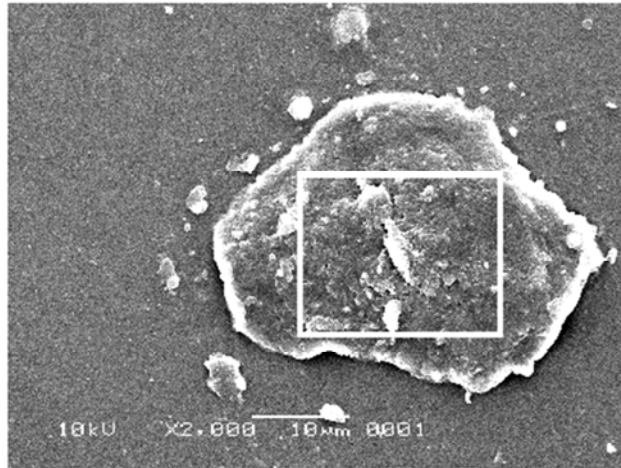
L8. Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 75 % : 20% : 5%) untuk limbah laundry skala rumah tangga

No	AP (Psi)	Waktu Operasi (menit)	Fluks (L/m ² .jam)	TDS (ppm)	pH (-)	EC (µs/cm)
1	15,3	15	10,55505	156	8,00	313
		30	6,00546	203	8,09	407
		45	3,154383	162	8,00	323
		60	2,638763	142	7,55	286
2	19,3	15	12,37489	143	7,90	288
		30	6,733394	124	7,73	248
		45	4,731574	134	7,88	268
		60	3,912648	130	7,88	262
3	23,3	15	10,91902	174	8,01	349
		30	3,639672	156	7,98	313
		45	2,305126	247	8,13	495
		60	1,728844	202	8,04	404

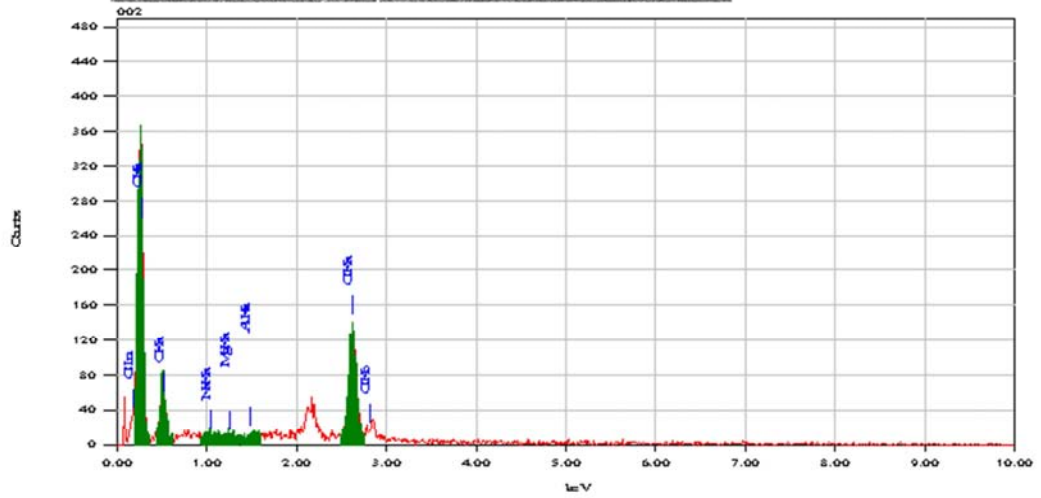
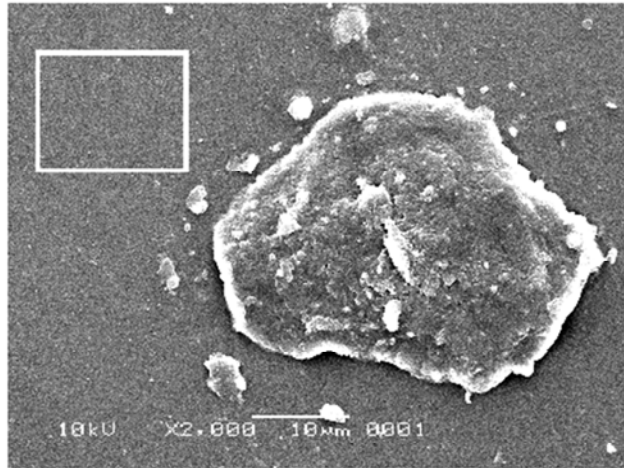
Catatan : Ukuran partikel zeolit adalah 250 µm dan serbuk besi adalah 500 µm

LAMPIRAN (HASIL ANALISIS SEM DAN EDX)

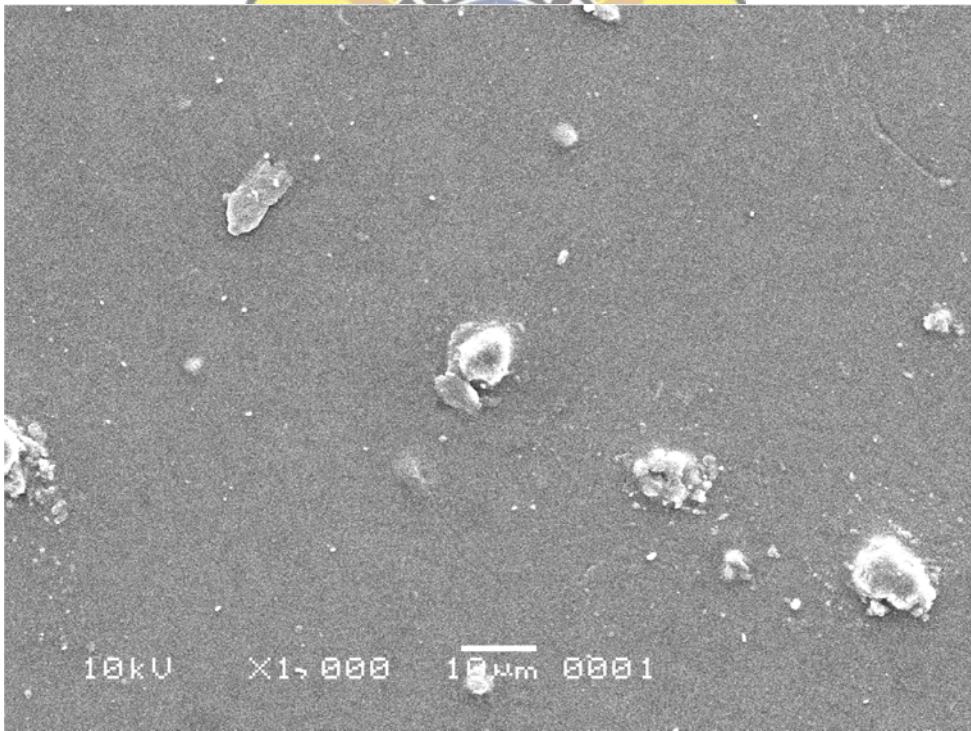
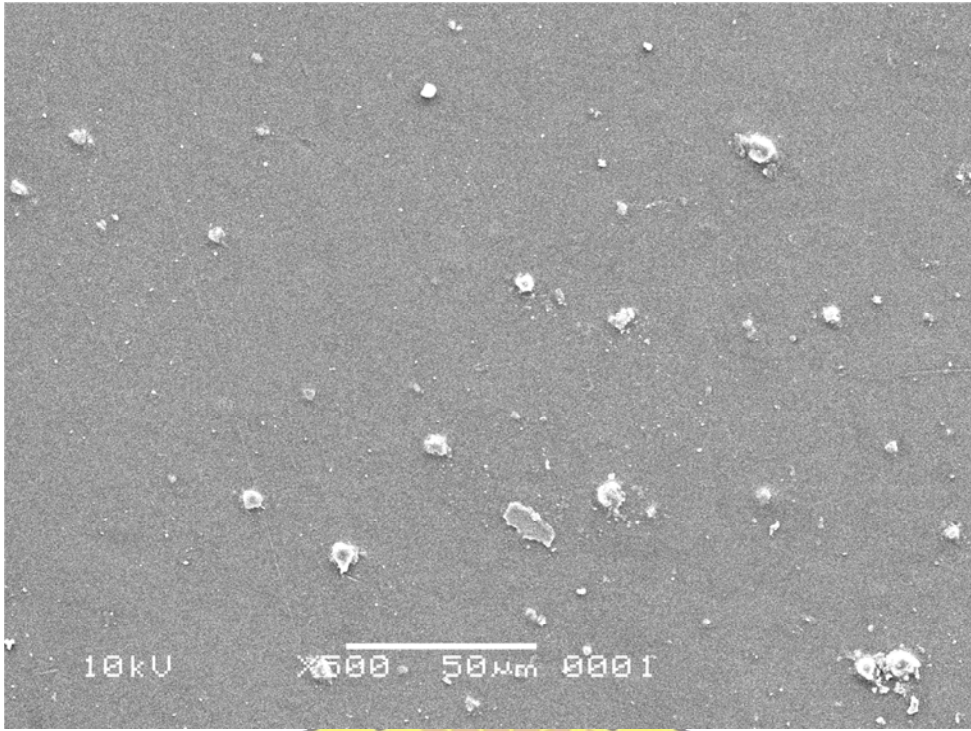


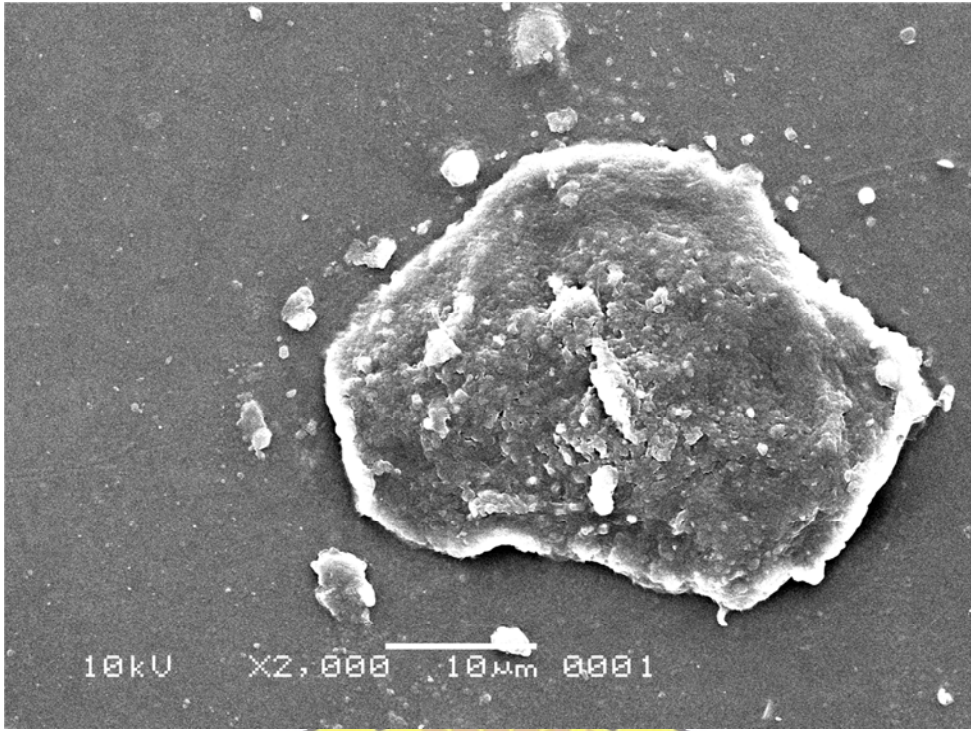


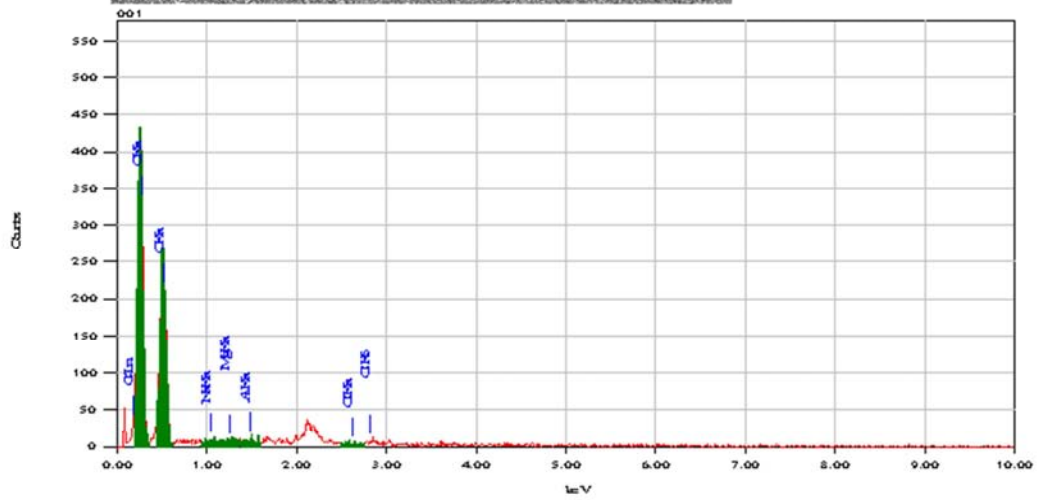
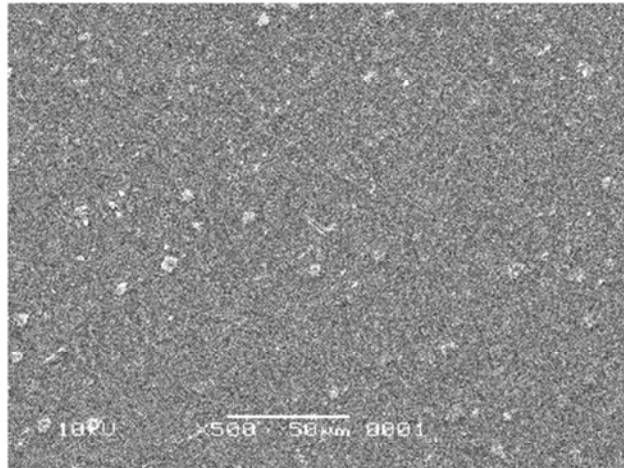
Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Compound	mass%	Cation	K
C	0.277	90.20	0.16	97.22	C	90.20	0.00	132.0643
O		1.62						
Na	1.041	3.61	0.73	1.02	Na ₂ O	4.86	37.19	7.4961
Mg	1.253	0.55	0.89	0.30	MgO	0.92	5.40	1.1034
Al								
Cl	2.621	4.02	1.00	1.47	Cl	4.02	0.00	9.1424
Total		100.00		100.00		100.00	42.60	



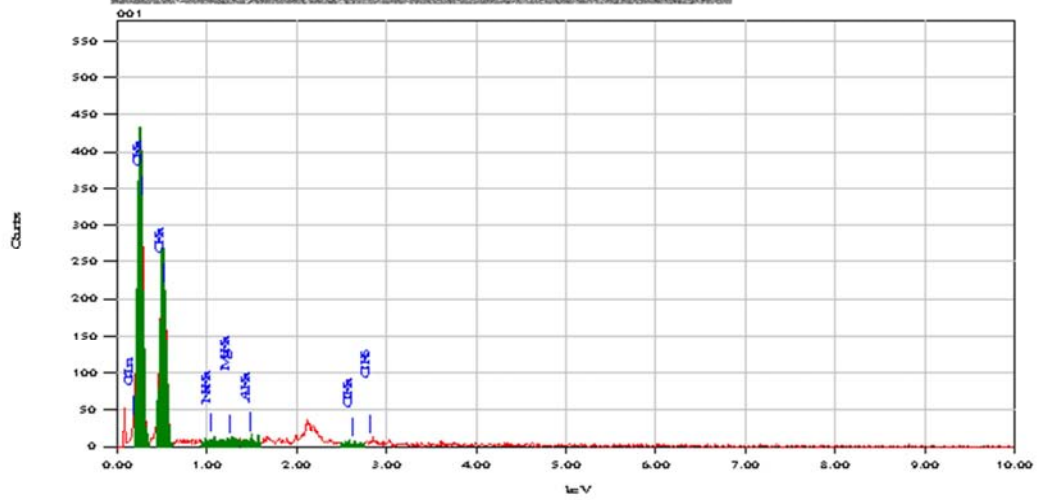
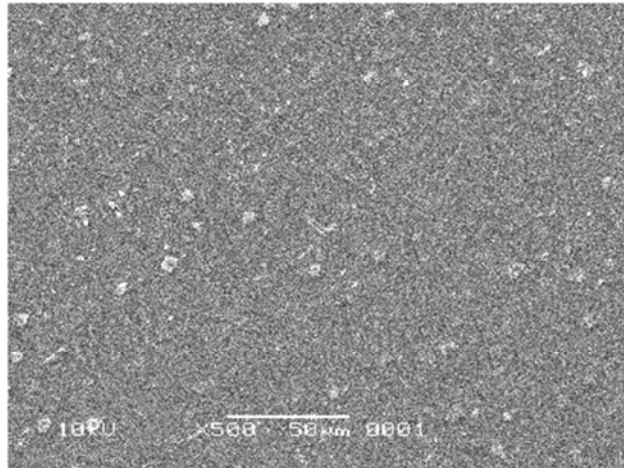
Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Compound	mass%	Cation	K
C	0.277	81.06	0.14	92.68	C	81.06	0.00	94.1374
O		0.14						
Na								
Mg	1.253	0.21	0.32	0.12	MgO	0.35	24.00	0.7802
Al								
Cl	2.621	18.60	0.37	7.20	Cl	18.60	0.00	77.4919
Total		100.00		100.00		100.00	24.00	



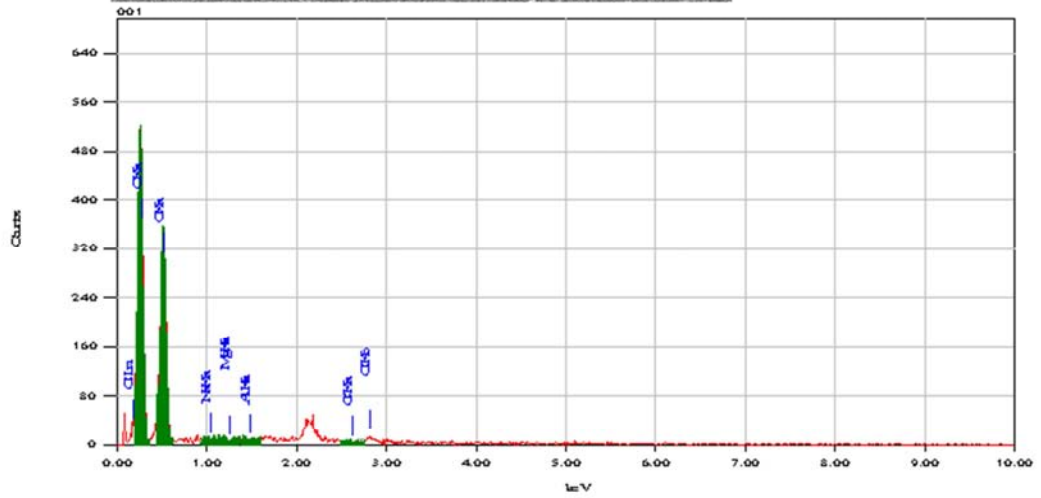
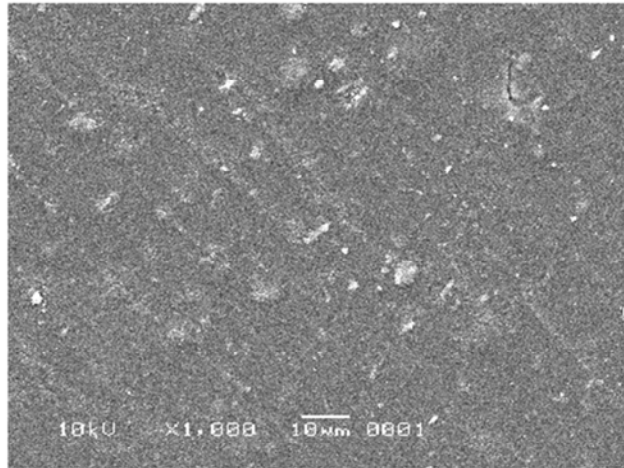




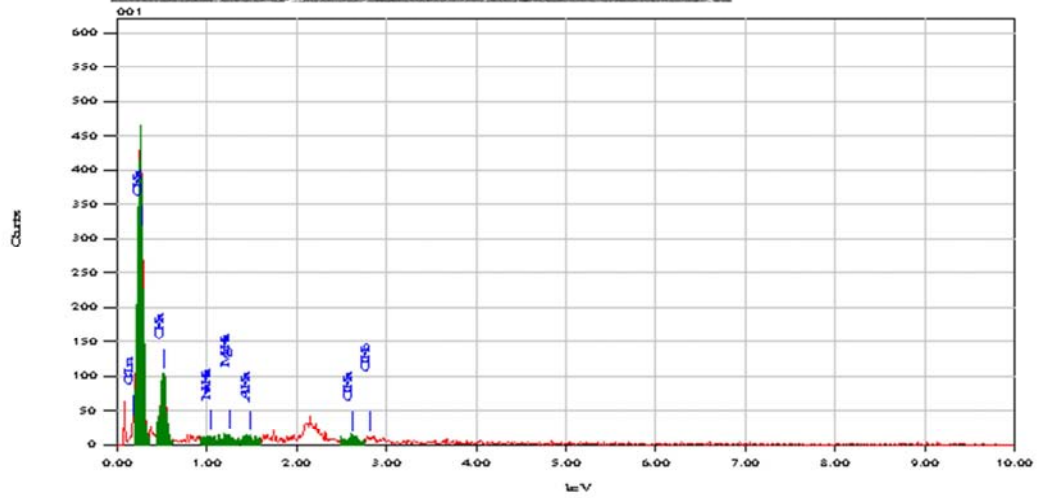
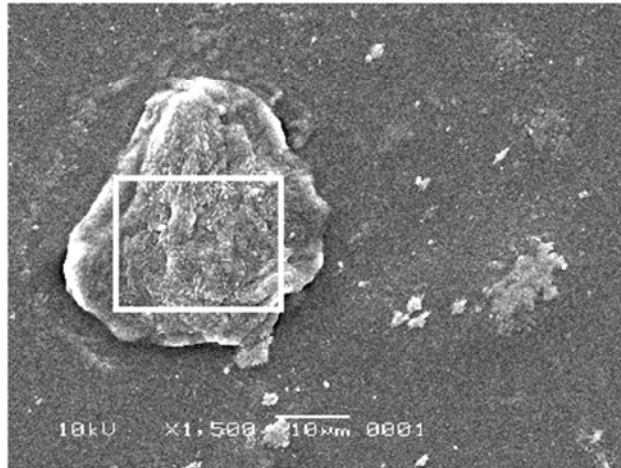
Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Compound	mass%	Cation	K
C	0.277	96.93	0.19	99.26	C	96.93	0.00	143.1403
O		0.95						
Na	1.041	0.08	1.17	0.02	Na2O	0.11	1.38	0.1221
Mg	1.253	0.53	1.39	0.27	MgO	0.89	8.89	0.8203
Al	1.486	0.64	1.82	0.15	Al2O3	1.21	9.61	1.0129
Cl	2.621	0.87	1.59	0.30	Cl	0.87	0.00	1.4794
Total		100.00		100.00		100.00	19.88	



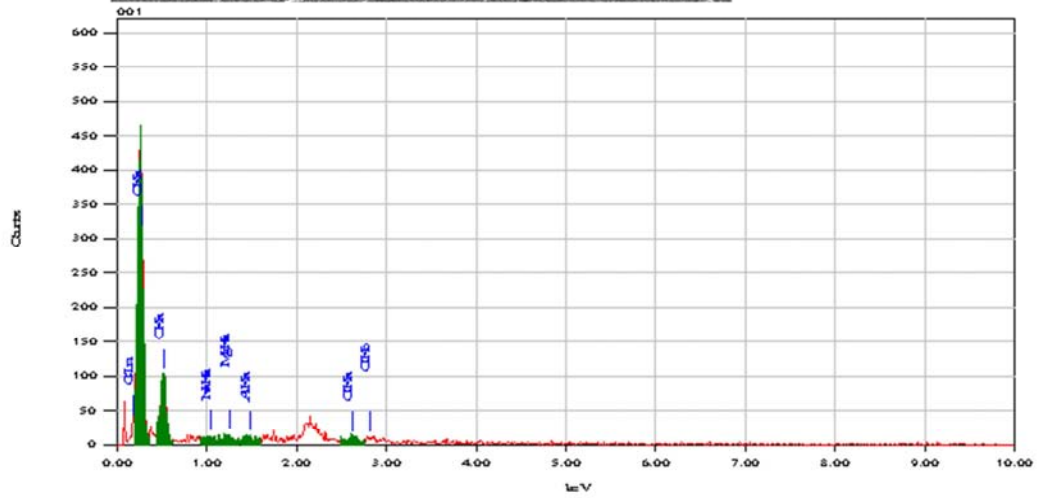
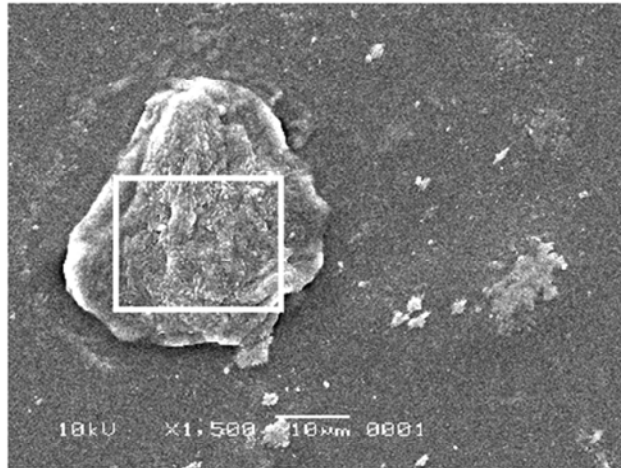
Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Compound	mass%	Cation	K
C	0.277	52.05	0.10	59.34				69.8255
O	0.525	46.95	0.48	40.18				65.4649
Na	1.041	0.04	0.45	0.02				0.0595
Mg	1.253	0.26	0.41	0.15				0.4002
Al	1.486	0.31	0.46	0.16				0.4941
Cl	2.621	0.39	0.72	0.15				0.7217
Total		100.00		100.00				



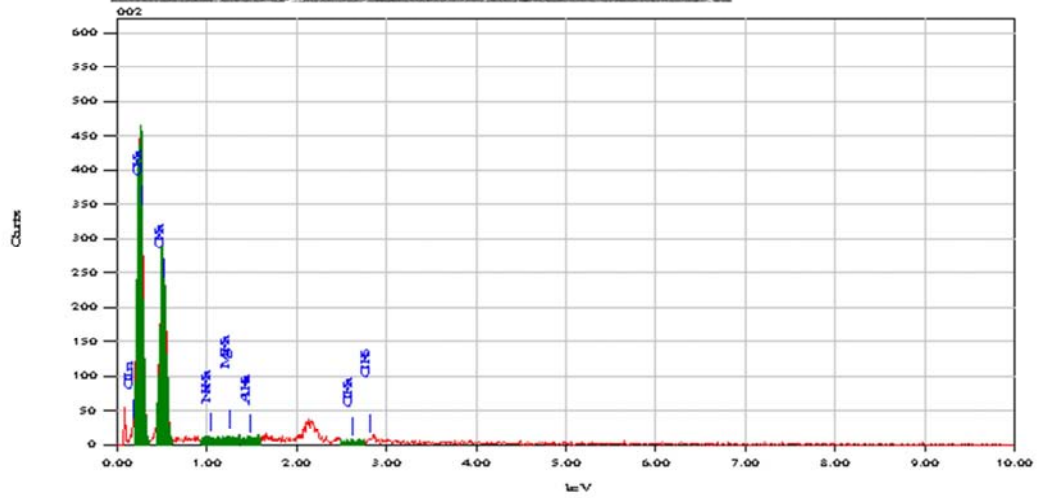
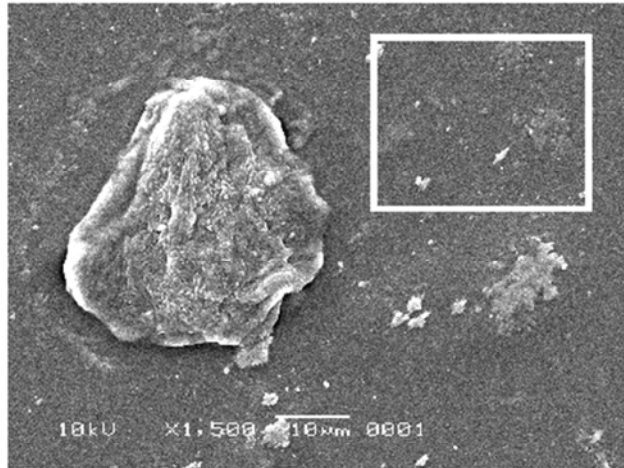
Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Compound	mass%	Cation	K
C	0.277	99.20	0.16	99.73	C	99.20	0.00	144.7235
O		0.00						
Na								
Mg								
Al								
Cl	2.621	0.80	1.44	0.27	Cl	0.80	0.00	1.2808
Total		100.00		100.00		100.00	0.00	



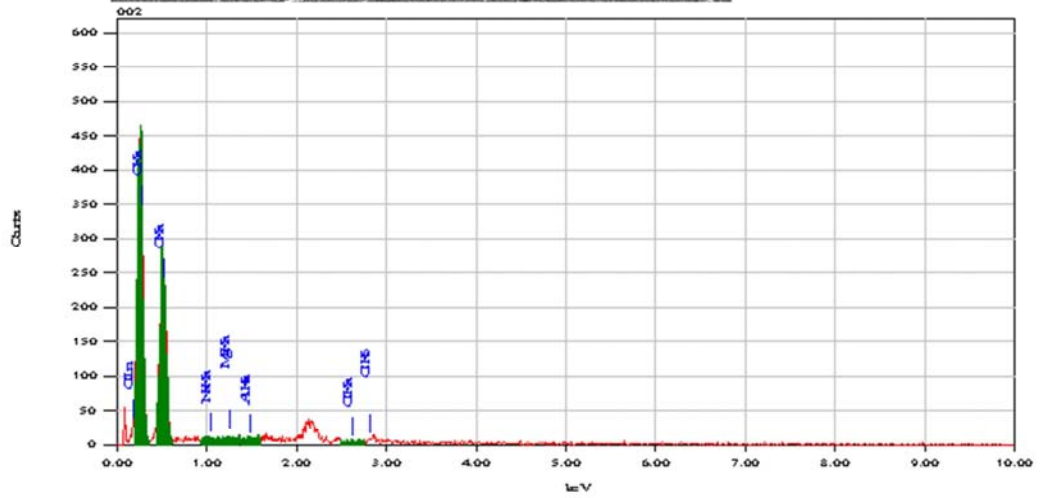
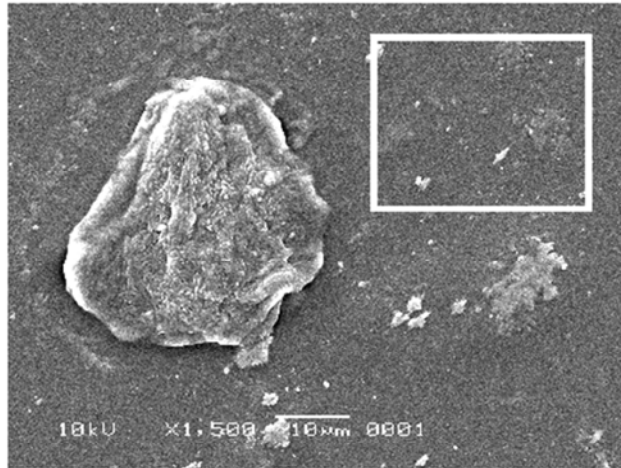
Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Compound	mass%	Cation	K
C	0.277	95.20	0.16	98.43	C	95.20	0.00	139.5118
O		0.42						
Na	1.041	0.32	0.81	0.09	Na ₂ O	0.43	12.83	0.5986
Mg	1.253	0.42	0.95	0.21	MgO	0.69	15.91	0.7753
Al	1.486	0.03	1.25	0.01	Al ₂ O ₃	0.06	1.12	0.0623
Cl	2.621	3.61	1.09	1.26	Cl	3.61	0.00	7.4609
Total		100.00		100.00		100.00	29.86	



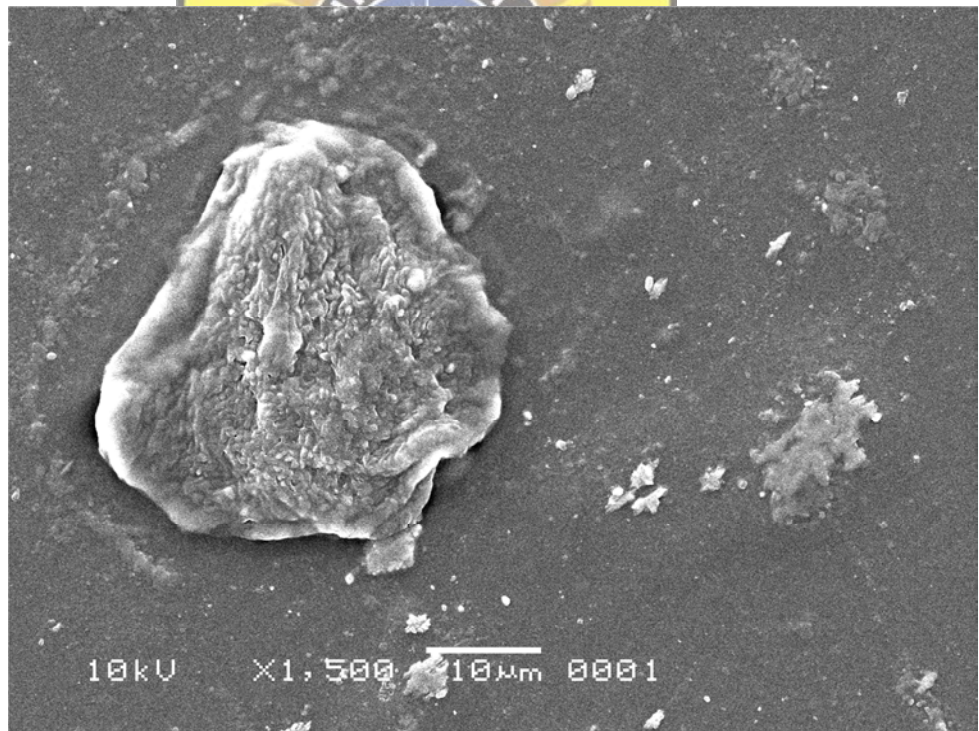
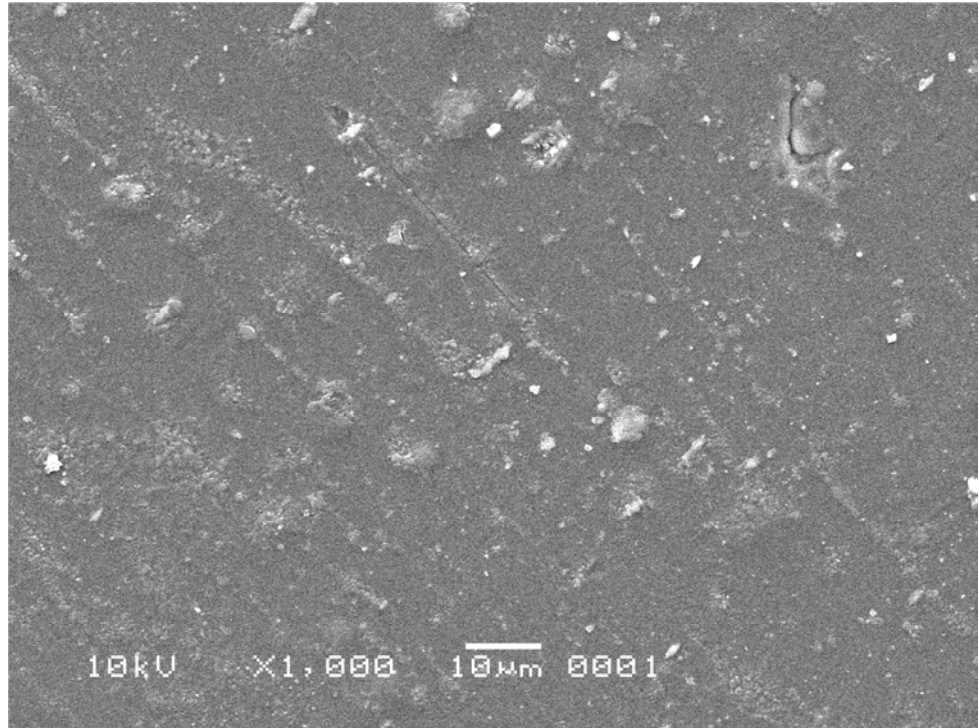
Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Compound	mass%	Cation	K
C	0.277	69.03	0.12	75.79				100.4849
O	0.525	27.85	0.63	22.95				35.6961
Na	1.041	0.23	0.45	0.13				0.4191
Mg	1.253	0.30	0.42	0.16				0.5400
Al	1.486	0.04	0.47	0.02				0.0728
Cl	2.621	2.55	0.76	0.95				5.4818
Total		100.00		100.00				



Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Compound	mass%	Cation	K
C	0.277	98.19	0.20	99.63	C	98.19		144.1174
O		0.51						
Na	1.041	0.20	1.31	0.05	Na ₂ O	0.27		0.2973
Mg								
Al	1.486	0.49	2.02	0.11	Al ₂ O ₃	0.93		0.7395
Cl	2.621	0.61	1.77	0.21	Cl	0.61		0.9863
Total		100.00		100.00		100.00		20.43



Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Compound	mass%	Cation	K
C	0.277	53.34	0.11	60.50				72.8740
O	0.525	46.06	0.53	39.22				63.1840
Na	1.041	0.10	0.49	0.06				0.1504
Mg								
Al	1.486	0.23	0.50	0.12				0.3739
Cl	2.621	0.27	0.79	0.10				0.4987
Total		100.00		100.00				



LAPORAN PENELITIAN

PENGOLAHAN AIR LIMBAH HASIL PROSES LAUNDRY MENGUNAKAN FILTER KERAMIK BERBAHAN CAMPURAN TANAH LIAT ALAM DAN ZEOLIT (Treatment of Laundry Process Wastewater using Ceramic Filter from Natural Clay and Zeolite)

Oleh :

Ir. Subriyer Nasir, MS, PhD & Ir. Teguh Budi SA, MT



Penelitian ini merupakan kombinasi antara pembuatan filter keramik dengan bahan baku tanah liat alam dan zeolit dengan kombinasi tertentu dan aplikasinya dalam pengolahan air limbah yang berasal dari proses laundry di kota Palembang. Variabel yang akan diteliti adalah pengaruh komposisi filter terhadap efektivitas penurunan beberapa kadar pencemar yang ada dalam air limbah proses laundry. Parameter penting yang akan dianalisa antara lain pH, TDS, EC, logam berat dan konsentrasi fosfat dalam air limbah. Dari penelitian ini diharapkan dapat direkomendasikan metode alternatif pengolahan air limbah proses laundry yang selama ini hanya berupa proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi yang membutuhkan banyak zat kimia dan menghasilkan produk lain seperti sludge.

LAPORAN
PENELITIAN HIBAH KOMPETITIF 2011



**PENGOLAHAN AIR LIMBAH HASIL PROSES LAUNDRY
MENGUNAKAN FILTER KERAMIK BERBAHAN CAMPURAN
TANAH LIAT ALAM DAN ZEOLIT**



OLEH :

Dr. Ir. SUBRIYER NASIR, MS NIP 196009091987031004
Ir. H. TEGUH BUDI. SA, MT NIP 19611221990031002

Dibiayai dari DIPA (Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran)
Nomor 0132/023-04.2/2010 tanggal 31 Desember 2010
sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Kegiatan Pekerjaan
Penelitian Unggulan Kompetitif Universitas Sriwijaya
Nomor: 0366/UN9.4.2.1/LK/2011
Tanggal 8 Juli 2011

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2011

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN HIBAH PENELITIAN KOMPETITIF
TAHUN ANGGARAN 2011**

1. Judul Penelitian : Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Laundry Menggunakan Filter Keramik Berbahan Campuran Tanah Liat Alam dan Zeolit
2. Bidang Ilmu Penelitian : Teknik Kimia/Lingkungan
3. Ketua Peneliti :
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Ir. Subriyer Nasir, MS, PhD
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. NIP : 196009091987031004
- d. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- e. Jabatan Struktural : -
- f. Bidang Keahlian : Desalinasi Membran
- g. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia
- h. Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya
- i. Alamat : Jl.Raya Palembang-Prabumulih Km 32, Ogan Ilir 30662. No.Telpon (0711) 581077; Fax 0711580053
E-mail: lemlit_unsri@yahoo.com
4. Jumlah Tim Peneliti : 2 orang
5. Lokasi Penelitian : Laboratorium Teknik Pemisahan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Unsri
- 7 Biaya :
-



Indralaya, 20 Oktober 2011

Menyetujui
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Sriwijaya

Ketua Peneliti

Prof. Dr. Ir. H. M. Said, MSc
NIP 1961081211987031003

Ir. Subriyer Nasir, MS, PhD
NIP 196009091987031004

Pembantu Rektor I
Universitas Sriwijaya

Prof. Dr. H. Zulkifli Dahlan, MSi, DEA
NIP 194801021978031001

IDENTITAS PENELITIAN

1.	Judul Penelitian	: Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Laundry Menggunakan Filter Keramik Berbahan Campuran Tanah Liat Alam dan Zeolit
2.	Ketua Tim	:
	a). Nama dan Gelar	: Ir. Subriyer Nasir,MS,PhD
	b). Jurusan/Fak.Univ	: Teknik Kimia/Teknik/Unsri
	c). Tim Peneliti	:

No.	Nama dan Gelar	Bidang Keahlian	Jurusan/Fak /Univ	Keterangan
1	Ir. H.Teguh Budi SA,MT	Teknik Mesin	T.Mesin FT Unsri	

d). Bidang : Teknik Kimia/Lingkungan

e). Masa Pelaksanaan Penelitian	:	-
- Mulai	:	Juni 2011
- Berakhir	:	Desember 2011
f). Lokasi Penelitian	:	Laboratorium Teknik Pemisahan Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
g). Luaran	:	- Jurnal Ilmiah Akreditasi Nasional/ Internasional atau - Pertemuan Ilmiah Nasional/Seminar Nasional atau - Patent

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
ABSTRAK	viii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Perumusan Masalah	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Deterjen dan Senyawa Kimia Pembentuknya.....	4
2.2 Teknologi Pengolahan Limbah Cair Hasil Proses Laundry.....	7
2.3 Membran Keramik	9
2.4 Pembuatan Membran Keramik	10
2.5 Performansi Proses Filtrasi	15
2.6 Karakteristik Limbah Cair	18
2.7 Zeolit Alam sebagai komponen filter.....	18
2.8 Studi Terkait Mengenai Pengolahan Limbah Menggunakan Membran.....	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	24
3.1 Alat dan Bahan	24
3.2 Variabel Proses	24
3.3 Proses Pembuatan Membran Keramik	25
3.4 Skema Rancangan Filter	26
3.5 Rancangan Alat Penelitian	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Filter Keramik yang sudah dibuat.....	28
4.2 Hasil Analisa Sampel awal A.....	29
4.3 Pengaruh waktu operasi terhadap fluks permeal pada sampel A	29
4.4 Hasil Analisis terhadap TDS,EC dan pH pada sampel A	37
4.5 Hasil Percobaan dengan Sampel B	37
4.6 Pengaruh Waktu Operasi terhadap Fluks permeal pada sampel A....	38
4.7 Penurunan Kadar TDS, EC,COD,BOD dan LAS	41
4.8 Hasil Analisis Scanning Electron Microscopy (SEM).....	42
4.9 Karakteristik komponen Penyusun Filter Keramik	45
BAB 5 4.10 KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1. Kesimpulan	47
5.2. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48

KATA PENGANTAR

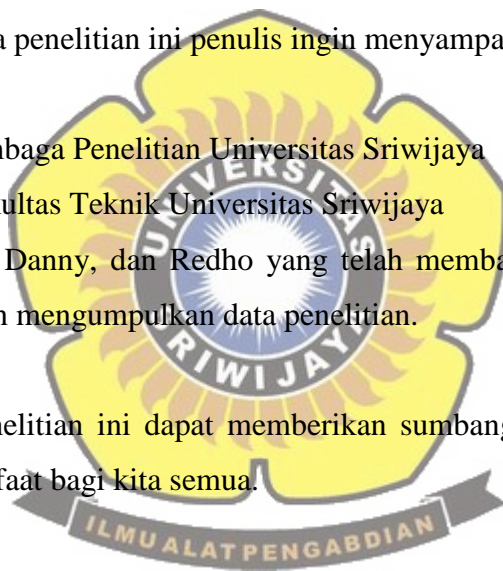
Laporan ini merupakan hasil penelitian berjudul “Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Laundry Menggunakan Filter Keramik Berbahan Campuran Tanah Liat Alam dan Zeolit”.

Dalam penelitian ini telah dicoba untuk memanfaatkan tanah liat alam dan zeolit serta serbuk besi sebagai bahan baku pembuatan membran (filter) keramik. Uji coba filter keramik dilakukan dengan cara mengolah air limbah hasil proses laundry. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa filter yang dibuat dapat menurunkan beberapa parameter limbah seperti TDS, EC, COD, BOD₅, LAS dan menetralkan pH air.

Dengan selesainya penelitian ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ketua Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
3. Sdr. Idha, Danny, dan Redho yang telah membantu melakukan pengambilan sampel dan mengumpulkan data penelitian.

Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan sumbangsih terhadap kemajuan riset dan dapat bermanfaat bagi kita semua.



Penyusun,

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	: Penggunaan Surfaktan di seluruh dunia	5
Gambar 2.2	: Metoda Pembuatan Keramik Membran	10
Gambar 2.3	: Metode Sol-Gel dalam Pembuatan Membran Keramik	13
Gambar 2.4	: Struktur Molekul Zeolit	19
Gambar 3.1	: Tahapan pembuatan membran keramik.....	25
Gambar 3.2	: Rangkaian Alat Penelitian	26
Gambar 4.1	: Filter keramik yang terbuat dari campuran tanah liat , zeolit dan serbuk besi pada berbagai komposisi	28
Gambar 4.2	: Fluks permeat pada $\Delta P = 15,3$ psi untuk filter dengan komposisi 77,5% tanah liat, 25% zeolit dan 2,5% serbuk besi	30
Gambar 4.3	: Fluks permeat pada $\Delta P = 19,3$ psi untuk filter dengan komposisi 77,5% tanah liat, 25% zeolit dan 2,5% serbuk besi	30
Gambar 4.4	: Fluks permeat pada $\Delta P = 23,3$ psi untuk filter dengan komposisi 77,5% tanah liat, 25% zeolit dan 2,5% serbuk besi	31
Gambar 4.5	: Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 77,5%, zeolit 20% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 2,5 % (500 μm).	32
Gambar 4.6	: Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 67,5%, zeolit 30% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 2,5 % (500 μm).....	32
Gambar 4.7	: Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 67,5%, zeolit 30% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 2,5 % (500 μm).....	33
Gambar 4.8	: Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 77,5%, zeolit 25% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 2,5 % (500 μm).....	33
Gambar 4.9	: Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 74,5%, zeolit 25% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 1 % (500 μm).....	34
Gambar 4.10	: Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 79%, zeolit 20% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 1 % (500 μm).....	34
Gambar 4.11	: Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 79%, zeolit 20% (ukuran	

	partikel 250 μm) dan serbuk besi 1 % (500 μm).....	35
Gambar 4.12	: Citra SEM (Perbesaran 750x) untuk filter dengan komposisi tanah liat:zeolit:serbuk besi.....	36
Gambar 4.13	: Citra SEM (Perbesaran 750x) untuk filter dengan komposisi tanah liat:zeolit:serbuk besi.....	36
Gambar 4.14	: Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 67,5%, zeolit 30% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 2,5% (ukuran partikel 250 μm).....	38
Gambar 4.15	: Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 70%, zeolit 25% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 5% (ukuran partikel 250 μm).....	39
Gambar 4.16	: Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 74%, zeolit 25% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 1% (ukuran partikel 250 μm).....	40
Gambar 4.17	: Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 72,5%, zeolit 25% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 2,5% (ukuran partikel 250 μm).....	40
Gambar 4.18	: Fluks pada berbagai variasi waktu operasi untuk filter dengan komposisi tanah liat 77,5%, zeolit 20% (ukuran partikel 250 μm) dan serbuk besi 2,5% (ukuran partikel 250 μm).....	41
Gambar 4.19	: Citra SEM (Perbesaran 750x) untuk filter dengan komposisi tanah liat : zeolit : serbuk besi sebesar 72,5% : 25% : 2,5%	42
Gambar 4.20	: Citra SEM (Perbesaran 1500x) untuk filter dengan komposisi tanah liat : zeolit : serbuk besi sebesar 77,5% : 20% : 2,5%	43
Gambar 4.21	: Citra SEM (Perbesaran 2000x) untuk filter dengan komposisi tanah liat : zeolit : serbuk besi sebesar 75% : 20% : 5%	43
Gambar 4.22	: Citra SEM (Perbesaran 3500x) untuk filter dengan komposisi tanah liat : zeolit : serbuk besi sebesar 67,5% : 30% : 2,5%	44
Gambar 4.23	: Citra SEM (Perbesaran 750x) untuk filter dengan komposisi tanah liat : zeolit : serbuk besi sebesar 74% : 25% : 1%	44
Gambar 4.24	: Citra SEM (Perbesaran 3500x) untuk filter dengan komposisi tanah liat : zeolit : serbuk besi sebesar 70% : 25% : 5%	45
Gambar 4.25	: Spektrum Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX) filter Keramik	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Jenis-jenis surfaktan dalam deterjen.....	4
Tabel 2.3 Membran Keramik komersial	18
Tabel 4.1 Hasil Analisis terhadap Sampel awal (A).....	29
Tabel 4.2 Hasil Analisis TDS, EC dan pH rata rata pada sampel A	37
Tabel 4.3 Hasil Analisis terhadap Sampel awal (B).....	37
Tabel 4.4 Persentase Penurunan TDS,EC,COD,BOD dan LAS.....	41



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran L.1 : Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 72,5 % : 25% : 2,5%)...	42
Lampiran L.2 : Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 67,5 % : 30% : 2,5%)...	42
Lampiran L.3 : Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 77,5 % : 20% : 2,5%)...	43
Lampiran L.4 : Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 77,5 % : 20% : 2,5%)...	43
Lampiran L.5 : Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 74 % : 25% : 1%)	44
Lampiran L.6 : Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 75 % : 30% : 5%).....	44
Lampiran L.7 : Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 79 % : 20% : 1%).....	45
Lampiran L.8 : Data analisis Fluks, TDS, pH dan EC pada komposisi Filter (Tanah Liat : Zeolit : Serbuk Besi : 75 % : 20% : 5%).....	45



PENGOLAHAN AIR LIMBAH HASIL PROSES LAUNDRY MENGGUNAKAN FILTER KERAMIK BERBAHAN CAMPURAN TANAH LIAT ALAM DAN ZEOLIT

Oleh :

Ir. Subriyer Nasir, MS,PhD. dan Ir. Teguh Budi SA,MT

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem peralatan pengolah air limbah laundry dengan metoda filtrasi menggunakan filter keramik yang terbuat dari campuran tanah liat dan zeolit pada berbagai komposisi. Rangkaian peralatan dilengkapi dengan filter silika dan karbon aktif, module filter keramik, flowmeter, pressure gauge, dan pompa sirkulasi. Limbah cair yang diujicoba berasal dari salah satu perusahaan laundry di kota Palembang. Variabel proses yang diteliti adalah waktu operasi dan komposisi filter yang digunakan. Parameter yang dianalisis adalah Total Dissolved Solid (TDS), pH, Electrical Conductivity (EC), COD, BOD₅ dan kandungan Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS) dalam limbah.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa filter keramik yang dikombinasikan dengan pasir silika dan karbon aktif sebagai pretreatment dapat menurunkan TDS, EC, COD dan BOD berturut-turut 7,3%; 12,6%, 85%, 90%. Sistem proses ini juga mampu mereduksi kadar LAS dalam deterjen sampai 98%..

Kata Kunci : Air Limbah, Filter, Keramik, Laundry,

Abstract

The purpose of this study is to design a laundry wastewater system process using filtration method with ceramic filters. The filters were made from natural clay and zeolite in various composition. The experimental rig is equipped with silica and carbon active filter, ceramic filter module, flowmeter, pressure gauge, and the circulation pump. The tested liquid waste is derived from one of the laundry in city of Palembang. Process variables studied were operating time and the filters composition. Parameters analyzed were TDS (Total Dissolved Solid), pH, EC (Electrical Conductivity), COD (Chemical Oxygen Demand), BOD₅ (Biological Oxygen Demand) and the concentration of LAS (Linear Alkylbenzene Sulphonate). The results obtained showed that ceramic filters combined with silica and activated carbon as pretreatment can reduced the TDS, EC, COD and BOD as 7.3%; 12.6%,

85%, 90% respectively. The system is also able to reduce the levels of LAS in detergents up-to 98%.

Keywords : Ceramic, Filter, Laundry, Wastewater

