

# ANALISIS JERAMI PADI UNTUK PEMBUATAN MIKROMEMBRAN SEBAGAI PENDAUR AIR LIMBAH RUMAH TANGGA

Nur Aini Febriyana<sup>1)</sup>, Zakiyatul Mirfada<sup>2)</sup>,  
Nurul Jamila<sup>3)</sup>, Ach. Afif Wijayanto<sup>4)</sup>, dan  
Novan Pradana<sup>5)</sup> Eddy Setiadi S<sup>6)</sup>

<sup>1,2,6</sup> Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik  
Sipil dan Perencanaan,

nurainifebriyana@gmail.com,

zakiamirfada@gmail.com,

eddysetiadiisoedjono@gmail.com

<sup>3</sup> Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam,

adec.mimi@gmail.com

<sup>4</sup> Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknik  
Kelautan,

Wijayanto12@mhs.its.ac.id

<sup>5</sup> Program Studi D3 Teknik Mesin, Fakultas  
Teknik Industri

vanpradana@gmail.com

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

## Abstract

*The increase of population in Indonesia led to increased domestic waste. In addition, agricultural waste in Indonesia is very potential, such as rice straw. Rice straw ash contains silica which reached 94.5% silica is the main content of the base material micromembrane to absorb pollutants. Membrane separation is a medium that is selectively permeable to withstand certain components and skip the other components. Experimental procedures in this study includes the synthesis of silica, the manufacture of the membrane, and the membrane analysis. The results showed that the pore size of the membrane meets the standards mikromembran size from 0.3 to 10  $\mu\text{m}$ . Rice straw silica functional groups located at the wave number of 3503.45  $\text{cm}^{-1}$ . Silica clusters seen at the peak of 1097.42  $\text{cm}^{-1}$ , which showed a group siloksa Si-O-Si. Optimal mass of silica used for the manufacture of silica membrane is 5 grams. The silica membrane was tested lowering the pH value from 7.2 to 6.9 caused a lot of impurities are retained and bind to the membrane. Micromembrane also lower turbidity values with 92% rejection and filter bacteria from 66000 into a 5500 colony.*

**Keywords:** straw, waste, membrane

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia yang kaya akan sumber daya alam yang melimpah tak juga lepas dari permasalahan penduduk yang berpengaruh terhadap lingkungan. Menurut Amron (2007) meningkatnya aglomerasi perkotaan ditandai dengan laju pertumbuhan kawasan perkotaan yang semakin tinggi. Data menunjukkan bahwa jumlah penduduk perkotaan di Indonesia tumbuh cukup pesat dari 32,8 juta jiwa atau 22,3% dari total penduduk nasional pada tahun 1980, meningkat menjadi 55,4 juta jiwa atau 30,9% (1990) dan diperkirakan mencapai angka 150 juta jiwa atau 60 % pada tahun 2015.

Peningkatan penduduk tersebut juga akan meningkatkan limbah domestik. Limbah rumah tangga adalah limbah yang berasal dari dapur, kamar mandi, cucian, limbah bekas industri rumah tangga dan kotoran manusia. Limbah merupakan buangan atau sesuatu yang tidak terpakai berbentuk cair, gas dan padat. Dalam air limbah terdapat bahan kimia yang sukar untuk dihilangkan dan berbahaya. Bahan kimia tersebut dapat memberi kehidupan bagi kuman-kuman penyebab penyakit disentri, tipus, kolera dan penyakit lainnya. Air limbah tersebut harus diolah agar tidak mencemari dan tidak membahayakan kesehatan lingkungan. Air limbah harus dikelola untuk mengurangi pencemaran.

Disamping itu, pertanian di Indonesia sangatlah potensial yaitu seperti padi. Padi merupakan tanaman sereal yang utama di Indonesia. Namun, sangat disayangkan apabila sisa pertanian padi seperti jerami padi dibuang begitu saja. Dari berbagai kajian diketahui bahwa komponen utama dinding sel pada jerami padi adalah selulosa. Kandungan selulosa yang cukup besar ini menjadikan jerami padi sebagai sumber selulosa yang cukup potensial. Menurut Puwaningsih *et al.* (2012), komposisi jerami padi terdiri atas selulosa 36,5%, hemiselulosa 33,8%, lignin 12,3%, bahan ekstraktif 3,8%, abu 13,3%, dan silika 70,8%. Untuk itulah dilakukan penelitian mengenai jerami padi sebagai bahan baku pembuatan membran untuk absorpsi air limbah rumah tangga yang

mengandung kadar silika yang cukup tinggi dan sangat mudah ditemukan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk (a) mengetahui cara membuat mikromembran dari bahan baku jerami padi, (b) memahani sistem kerja membran berbahan baku jerami padi terhadap air buangan rumah tangga, (c) mendapatkan ukuran dan komposisi membran jerami padi terhadap serapan air buangan rumah tangga sehingga memiliki performa terbaik.

## 2. METODE

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan Maret - Juli 2014. Tempat pelaksanaan dilakukan di beberapa tempat yaitu lahan pertanian di Madura, Laboratorium Teknik Sipil dan Perencanaan ITS, Laboratorium Teknik Lingkungan ITS, Laboratorium Energi LPPM ITS.

Alat yang dipergunakan dalam penelitian adalah: Oven, furnace, cawan porselin, kompor listrik, desikator, spektrofotometer neraca analitik, buret, erlenmeyer, pipet volumetrik 25 ml, beker glass 1 L, batang pengaduk, sentrifuge, ayakan, penggerus, magnetic stirrer, reaktor.

Bahan yang dipergunakan berupa Jerami padi, kertas saring, HCL, aquades, aquadenim, 2 Propanol, NH<sub>4</sub>Cl, Poly Vinyl Alcohol (PVA), Poly Etylen Glycol (PEG), AgNO<sub>3</sub>, ZnO, K<sub>2</sub>CrO<sub>3</sub> dan sampel air buangan rumah tangga.

### Sintesis Silika Jerami Padi

#### Pengarangan Jerami Padi

Jerami padi sebanyak 100 kg dicuci dan dibersihkan dengan air dari akibat kotoran. Kemudian dikeringkan di bawah terik matahari. Selanjutnya jerami padi dibakar secara manual dengan tungku pembakaran dan dinginkan.

#### Pengabuan Jerami

Arang jerami yang dihasilkan dari pembakaran kemudian dioven dan difurnace pada suhu 500-600°C.

#### Pemurnian Silika

Metode yang dipakai untuk pemurnian ini adalah metode pengasaman dengan

menggunakan larutan HCl pekat. Abu jerami padi dihaluskan kemudian diayak dengan saringan ukuran 80-100 mesh. Abu jerami padi dituangkan ke dalam wadah dan dibasahi dengan aquades panas. Selanjutnya ke dalam campuran ditambahkan HCl pekat dan diuapkan selama 24 jam, dan dicuci dengan aquades panas. Hasil dari penyaringan berupa residu padat beserta kertas saringnya dipanaskan mula-mula pada suhu 105°C. Kemudian dilanjutkan dengan memanaskan pada suhu 500-600°C hingga yang tersisa hanya endapan silika (SiO<sub>2</sub>) berwarna putih.

### Pembuatan Mikromembran

#### Pembuatan Larutan Membran

Hasil ekstraksi silika sebanyak 1 gram, 3 gram dan 5 gram dicampurkan dengan 2-propanol sebanyak 35 ml dan campuran tersebut dimasukkan dalam botol *centrifuge* kemudian disentrifuge selama 10 menit dengan kecepatan 400-600 rpm. Langkah selanjutnya, tambahkan ammonium klorida (NH<sub>4</sub>Cl) sebanyak 3,5 gram sebagai surfaktan kationik yang telah dilarutkan dalam air demineralisasi. Larutan tersebut kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 1 jam agar terbentuk pori membran yang berukuran kecil (mikro).

#### Percetakan Membran

Proses pencetakan membran dilakukan dengan pencampuran dengan larutan PEG (*Poly Etylen Glicol*). Tahap pertama yaitu menimbang PVA dengan perbandingan abu silika 1:1 dilarutkan dengan aquadest dan PEG sebanyak 8 mL. Larutan campuran ini dipanaskan pada gelas beaker yang berisi air agar larutan tidak hangus karena waktu pemanasan yang cukup lama. Larutan dipanaskan sampai semua bahan tercampur dengan halus dan mengental. Setelah larutan mengental kemudian dicetak dengan menggunakan cawan petri kecil dan dibiarkan selama 24 jam. Membran yang sudah kering dibuka dari cetakan.

#### Analisis Membran

Pengujian yang dilakukan yaitu (1) Uji FT-IR yaitu untuk mengetahui komposisi dari kemurnian abu silika jerami padi. (2) Uji SEM untuk mengetahui ukuran dan morfologi

struktur membran. (3) Analisa hasil dari proses penggunaan membran terhadap air limbah yaitu pengujian pH, kekeruhan dan mikrobiologi. Membran yang akan diuji dipotong bentuk lingkaran dengan diameter 5 cm, kemudian membran diletakkan di alat penguji. Setelah itu, air buangan rumah tangga dialirkan ke dalam *reactor cross flow*.

### Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini adalah massa silika yang akan dicampurkan pada saat proses preparasi membran. Massa yang dibuat dalam 3 keadaan yaitu massa 1 gram silika jerami padi, 3 gram silika jerami padi, 5 gram silika jerami padi, dan juga dilakukan perbandingan massa silika dan semen yang dibuat berbeda dalam 3 keadaan yaitu diantaranya 1:0 ; 2:1, 1:1.

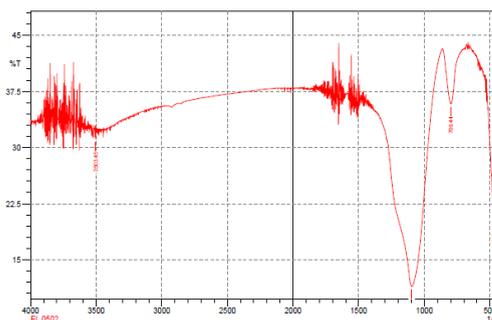
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Sintesis Silika

Bahan utama dalam membuat membran dalam penelitian ini adalah abu silika dari jerami padi. SiO<sub>2</sub> atau silika merupakan bahan dasar membran 0,001 μm dan mampu menahan partikel berukuran 50-1000 Da (Mallia dan Till, 2003). Penggunaan abu silika dari jerami padi diawali dengan membakar jerami hingga menjadi arang. Setelah menjadi arang, jerami padi di oven dengan suhu 550°C untuk menghilangkan kandungan organik yang ada pada abu jerami padi. Untuk pembuatan membran mikrofiltrasi, abu silika diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 100 mesh untuk melewati polutan air limbah. Pasir silika yang berukuran 100 mesh kemudian direndam dalam HCl 15% selama 24 jam untuk membersihkan zat pengotor. Setelah 24 jam pasir silika dicuci dengan aquadest hingga kandungan HCl hilang dan dikeringkan di oven. Untuk memastikan bahwa kandungan silika dari padi jerami yang telah tersaring, maka dilakukan uji FTIR. yang berupa spektroskopi inframerah, prinsip kerja dari metode ini adalah penyerapan radiasi inframerah oleh sampel agar mengalami perpindahan ke tingkat vibrasi tereksitasi pertama.

Menurut Silverstain (1986) Melalui standar penyerapan inframerah diketahui

gugus Si-OH bervibrasi pada rentang bilangan gelombang 3750 – 3311 cm<sup>-1</sup>. Untuk semua sampel, puncak utama yang berkaitan dengan gugus fungsi silika adalah pada bilangan gelombang 1390 – 980 cm<sup>-1</sup>. Puncak ini merupakan puncak yang khas untuk vibrasi gugus siloksan Si-O-Si (Daifullah, dkk, 2003). Hasil analisa FTIR untuk membran sebelum digunakan. Gambar 1, puncak utama yang berkaitan dengan gugus fungsi silika. Pada hasil penelitian ini didapatkan puncak bilangan gelombang 3503,45 cm<sup>-1</sup> merupakan gugus fungsi Si-OH (Sianol). Puncak yang diyakini menunjukkan gugus silika adalah puncak 1097,42 cm<sup>-1</sup>, yang menunjukkan adanya gugus siloksa Si-O-Si. Dari puncak tersebut dapat dipastikan apabila abu jerami padi mengandung silika yang cukup tinggi, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan mikromembran.



Gambar 1. Hasil Analisa Uji FT-IR

### 3.2 Analisis Morfologi Membran

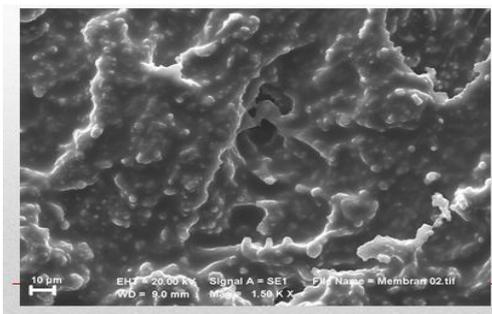
Pembuatan membran jerami diawali dengan menimbang serbuk jerami yang telah disintesis sebanyak 1 gram, 3 gram dan 5 gram. Serbuk jerami yang sudah ditimbang masing - masing dicampur dengan 35 mL 2-Propanol dan dimasukkan dalam botol centrifuge. Propanol digunakan sebagai pelarut jerami. Setelah itu di centrifuge dengan kecepatan 600 rpm selama 10 menit.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Citra dan Damayanti (2012), kecepatan centrifuge optimum yang digunakan untuk

pembuatan membran yaitu 600 rpm. Endapan yang dihasilkan diambil dan dilarutkan dengan aquadest 300 mL kemudian dicampur dengan 3,5 gr  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Penambahan ini bertujuan untuk mencegah tumbuhnya mikroba. Tahap selanjutnya yaitu campuran tersebut diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam hingga homogen. Tujuan pengadukan dengan *magnetic stirrer* ini untuk membentuk pori membran.

Selanjutnya endapan yang dihasilkan dipanaskan sambil dicampur dengan aquadest, PVA (*Poly Vinil Alcohol*) dengan perbandingan PVA : abu jerami sebesar 1:2 dan PEG (*Poly Etilen Glicol*) sebanyak 8 mL. Campuran tersebut dipanaskan sampai semua bahan terlarut dengan sempurna dan mengental. Setelah campuran mengental dituangkan ke cawan petri kecil dengan ketebalan yang sama.

Menurut penelitian Aprilia,dkk. (2012), bahan pendukung campuran PVA, semen putih dan PEG dengan menggunakan variasi yang tepat dapat membentuk susunan pori-pori yang bagus. Tahap pembuatan membran ini menggunakan metode inversi fasa yaitu perubahan fasa cair menjadi fasa padat (Mulder,1996). Membran yang sudah mengering mempunyai struktur yang keras, berwarna kehitaman dan mempunyai tekstur permukaan membran yang halus, selanjutnya dianalisa SEM.



Gambar 2. Hasil Analisa SEM

### 3.3 Analisis Pengujian Membran

Limbah yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah domestic yang berasal dari Perumahan Dosen ITS Surabaya. Pengambilan sampel diambil pada titik awal saluran pembuangan sebelum air limbah

masuk ke badan air. Limbah ditampung menggunakan jirigen 5 L dan dibutuhkan sebanyak 10 liter. Reaktor yang digunakan reaktor *cross flow* bertujuan untuk mengetahui kinerja membran yaitu nilai fluks dan nilai rejeksi pada setiap variasi massa membran dan variasi konsentrasi air limbah. Aliran *cross flow* dipilih untuk mencegah *fouling* dini pada permukaan membran. Membran zeolit yang akan diujikan dipotong dengan ukuran diameter 5 cm. Setiap 20 menit *permeate* akan dilakukan analisis untuk fluks serapan.

Reaktor *cross flow* dirangkai dengan satu pompa *booster*, bak penampung air limbah dan manometer untuk menunjukkan tekanan yang digunakan. Membran yang sudah dipotong dipasang ke dalam reaktor dan disangga menggunakan kawat dan ditutup rapat dengan *water mur* agar tidak bocor. Pada reaktor dipasang manometer, *valve* dan *by pass*. Manometer dipasang untuk menunjukkan tekanan yang digunakan. *Valve* digunakan untuk mengatur membuka dan menutup aliran dan mengatur tekanan dalam reaktor. *By pass* juga digunakan untuk membuka dan menutup aliran dan mengatur tekanan dalam reaktor. Setelah membran sudah terpasang dengan rapat. Air limbah *domestic* ditampung sebanyak 5 liter di wadah bak.

Reaktor dijalankan dengan menghidupkan pompa *booster*. pada awal pengoperasian tekanan menunjukkan angka 0 kemudian tekanan diperbesar dengan menutup *valve* sampai tekanan menunjukkan kurang lebih 15 psi. Tekanan yang digunakan sebesar kurang dari 2 bar (Hanum,2009).

Tahap selanjutnya, *permeate* yang lolos diuji dengan beberapa parameter. Parameter uji yang akan dianalisis adalah pH, kekeruhan dan plate count. Analisis tersebut dilakukan pada membran dengan massa silika 5 gr. Analisis pH menggunakan metode potensiometri untuk mengetahui kandungan ion  $\text{H}^+$  dalam sampel, baik pada sampel awal maupun pada sampel hasil analisis.

Sedangkan uji kekeruhan menggunakan metode turbidimeter. Prinsip dari alat turbidimeter ini yaitu alat akan memancarkan

cahaya pada media atau sampel yang terukur dan ditransfer dalam bentuk angka. Uji plate count yaitu untuk mengetahui banyaknya bakteri yang terdapat pada sampel air. Perhitungan koloni dari mikroba ini dilakukan di atas colony counter.

Berdasarkan hasil uji coba membrane terhadap reaktor cross-flow didapatkan beberapa hasil uji terhadap pH, kekeruhan, mikrobiologi. Berikut hasil dari pengujian pH, warna dan kekeruhan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Parameter

Uji Sampel	Awal	Akhir	Nilai Rejeksi (%)
pH	7,2	6,9	-
Kekeruhan	17,2 NTU	1,4 NTU	92
Bakteri	66000 koloni	5500 koloni	

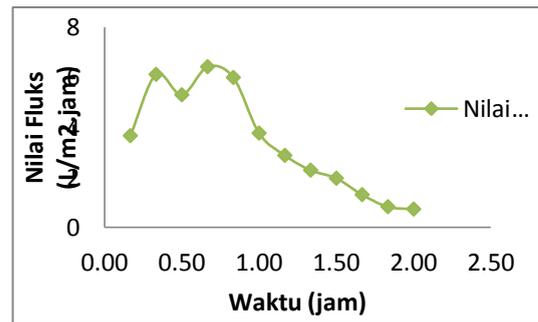
Dari Tabel 1. didapatkan hasil bahwa terjadi penurunan pH setelah sampel melewati membran mikrofiltrasi. Pada pengukuran pH sebelum dilewatkan membran mikrofiltrasi pH menunjukkan nilai 7,2, sedangkan setelah melewati membran mikrofiltrasi didapatkan penurunan pH hingga 6,9. Penurunan pH terjadi karena permeat yang melewati membran telah tertahan oleh membran mikrofiltrasi yang berukuran 0,3-20 mikron.

Analisis kekeruhan juga dilakukan dan mengalami nilai rejeksi hingga 92%. Hal ini terjadi karena zat-zat terlarut dalam air limbah seperti bahan anorganik dan organik yang terkandung dalam air limbah telah terabsorpsi oleh membran mikrofiltrasi, sehingga kandungan air limbah seperti lumpur dan bahan yang dihasilkan oleh buangan rumah tangga mengalami penurunan. Banyaknya mikroba dipengaruhi oleh kekeruhan sehingga sebelum difiltrasi jumlah bakteri lebih banyak.

Analisis morfologi membran menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Analisis SEM dilakukan di Laboratorium Energi ITS. Analisis SEM dilakukan untuk mengetahui pori-pori membran sedangkan. Analisis SEM dilakukan

sebelum dan membran digunakan untuk proses filtrasi air limbah. Membran yang digunakan untuk analisis SEM dilakukan pada membran yang mempunyai nilai rejeksi tertinggi yaitu membran dengan massa abu jerami padi 5 gram dikarenakan variasi masaa 1 dan 3 gram silika gagal terbentuk (data pada Lampiran Tabel 1.4) akibat komposisi yang tidak sesuai untuk atom berikatan.

Foto hasil SEM dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan foto hasil SEM membran sebelum digunakan untuk proses filtrasi. Foto tersebut menunjukkan pori-pori membran mikrofiltrasi yaitu antara 0,3-20  $\mu\text{m}$ . ukuran tersebut sesuai dengan ukuran pori dari mikrofiltrasi yang telah dikemukakan oleh Harjanto dan Hanum yang ukuran porinya antara 0,05-150  $\mu\text{m}$ .



Gambar 2. Perubahan Nilai Fluks terhadap Waktu

Selain dilakukan pengujian terhadap parameter uji, juga dilakukan perhitungan terhadap nilai fluks pada membran mikrofiltrasi terhadap waktu. Dari perlakuan tersebut didapatkan hasil jika terdapat dimana nilai fluk turun yang menandai adanya *fouling* atau penyumbatan karena pada menit awal membran masih bersih sehingga laju pembentukan *cake* masih kecil. Laju pembentukan *cake* yang masih kecil ini akan berpengaruh pada proses difusi larutan melalui membran. Proses difusi yang lebih cepat akan seiring dengan nilai fluks yang semakin besar pada menit awal pengoperasian.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini didapatkan massa efektif pasir silika dari jerami padi yaitu sebesar 5 gr. Hal ini dapat diketahui dari hasil uji morfologi menggunakan uji SEM bahwa ukuran pori membrane dengan variasi massa 5 gr memenuhi ukuran pori membrane mikrofiltrasi yaitu 0,3-20  $\mu\text{m}$ . Untuk nilai rejeksi dari parameter uji kekeruhan, kerja membran sangat optimal yaitu dapat menurunkan nilai kekeruhan hingga 92%. Untuk nilai fluks per satuan waktu didapatkan nilai tertinggi pada waktu ke 40 menit dengan nilai 6,42 L/m<sup>2</sup>.jam

#### 5. REFERENSI

- Amron, M. 2007. *Kajian Lingkungan Hidup Dalam Pembangunan Wilayah Dalam Konteks Pembangunan Infrastruktur Pekerjaan Umum*. UGM, Yogyakarta.
- Ardiansyah dan Ario B. 2013. Karakteristik Penurunan Fluks Pada Filtrasi Larutan Humin Acid dengan Membran Mikrofiltrasi. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. (2):267-274.
- Daifullah.A.M.M,dkk. 2003. Utilization of Agro Residues (Rice Husk) in Small Waste Water treatment Plans. *Material Letters* (57) 1723-1731.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Konisius, Yogyakarta.
- Fatmasari, S.R dkk. 2012. Pemanfaatan Silika Sekam Padi Sebagai Bahan Baku Pembuatan Membran Untuk Desalinasi Air Laut. *Scientific Conference Of Environmental Technology IX*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hanum, Farida. 2009. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dari Unit Deoiling Pons Menggunakan Membran Mikrofiltrasi. *Tesis*. Universitas Sumatera Utara.
- Harjanto, Tri dan Ari Satmoko.2008. Rancangan Sistem Penyedia Air Bebas Mineral Menggunakan Membran Untuk Irradiator Gamma 2x 250 Kci. *Jurnal Perangkat Nuklir*. Vol.6, Th. 1978-3515.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2003. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, Nomor 112 Tahun 2003*. Jakarta.
- Misran, Erni. 2002. *Aplikasi Teknologi Berbasiskan Membrandalam Bidang Bioteknologi Kelautan: Pengendalian Pencemaran*. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara
- Mulder, M..1996. *Basic Principles of membrane technology*. 2nd edition. Kluwer Academic Publishers Netherlands, London.
- Osmonic. 2000. *Basic Principles of Microfiltration*. Osmonic. Inc, <http://www.osmonic.com>, diakses 17 Oktober 2013.
- Purwaningsih, Henny,dkk. 2012. Rekayasa Biopolimer Jerami Padi dengan Teknik Kopolimerisasi Cangkok dan Taut Silang. *Jurnal Valensi*. IPB. Vol 2:489-500.
- Pusparini, W.R dan Isyuniarto. 2010. *Teknologi pemisahan Zr-Hf menggunakan metode kompleksasi-membran nanofiltrasi*. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan BATAN, Yogyakarta.
- Roswita, Verra. 2010. Pemanfaatan Abu Jerami Padi Sebagai Pengisi Terhadap Sifat Mekanik Beton. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara.
- Silverstain, M., Robert, Bassler Clayton, G., Morril, C., dan Terence. 1998. *Penyelidikan Spektrometrik Senyawa Organik*. Erlangga, Jakarta.