

## **Analisa Pengaruh Variasi Penambahan Massa Nilon pada Preparasi Membran Nilon terhadap Karakteristik Fisik Membran**

Aris Fanani\*, Wahyunanto Agung Nugroho, Yusuf Hendrawan  
Jurusan Keteknikaan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran, Malang 65145

\*Penulis Korespondensi, Email: arisfanani\_ok3@yahoo.com

### **ABSTRAK**

Teknologi filtrasi membran merupakan salah satu teknologi filtrasi yang menggunakan media penyaring dari membran. Seiring perkembangan zaman, telah disintesis membran yang berbahan nilon. Nilon bersifat semikristalin, kuat dan tahan terhadap suhu tinggi. Dalam penelitian ini, tujuan utamanya adalah mengetahui karakteristik fisik membran membran nilon. Dalam penelitian ini metode yang dipakai adalah metode inversi fasa. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah perbedaan massa nilon pada sintesis membran nilon yaitu 10 g, 15 g, 20 g, 25 g, dan 30 g. Sedangkan parameter yang akan diamati adalah sifat fisik yang meliputi kuat tekan, kuat tarik, dan ukuran pori dari membran yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan massa nilon (semakin tinggi konsentrasi larutan nilon-HCl), maka kuat tekan dan kuat tarik membran yang didapatkan semakin besar. Nilai kuat tekan terbesar yang dihasilkan pada penelitian ini terjadi pada massa nilon 30 gram dengan konsentrasi 60% (b/v) yaitu 3.83 Kg/cm<sup>2</sup> dan nilai kuat tekan terkecil pada penelitian ini terjadi pada massa nilon 10 gram dengan konsentrasi 20% (b/v) yaitu 0.73 Kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tarik terbesar yang dihasilkan dari pengujian ini terjadi pada massa nilon 30 gram dengan konsentrasi 60% (b/v) yaitu 9.22 Kg/cm<sup>2</sup> dan nilai kuat tarik terkecil pada pengujian ini terjadi pada massa nilon 10 gram dengan konsentrasi 20% (b/v) yaitu 2.16 Kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan analisa SEM, membran nilon yang dihasilkan termasuk dalam golongan membran mikrofiltrasi.

Kata Kunci: inversi fasa, kuat tekan, kuat tarik

## ***Mass Effect Analysis of Variation Addition Nylon on Nylon Membrane Preparation Membranes Against Physical Characteristics***

### **ABSTRACT**

*Membrane filtration technology is a technology that uses a filtration membrane filter media. Along with the times, has been synthesized nylon membrane. Nylon is semi-crystalline, strong, and resistant to high temperatures. In this study, the main objective was to determine the physical characteristics of the membrane nylon membrane. In this research method used is a phase inversion method. The treatment used in this study is the difference in mass of nylon on nylon membrane synthesis is 10 g, 15 g, 20 g, 25 g, and 30 g. While the parameters to be observed is that the physical properties include compressive strength, tensile strength, and pore size of the membrane produced. The results showed that the more the addition of the mass of nylon (the higher the concentration of a solution of nylon-HCl), the compressive strength and tensile strength greater membrane obtained. Greatest compressive strength values generated in this study occurred at a mass of 30 grams of nylon with a concentration of 60% (w/v) is 3.83 kg/cm<sup>2</sup> compressive strength and the smallest in this study occurred at a mass of 10 grams of nylon with a concentration of 20% (w/v) is 0.73 Kg/cm<sup>2</sup>. Greatest tensile strength values resulting from this testing occurs in the mass concentration of nylon 30 grams with 60% (w/v) ie 9.22 Kg/cm<sup>2</sup> and smallest values of tensile strength in this testing occurs at mass 10 grams of nylon with a concentration of 20% (w/v) which is 2.16 Kg/cm<sup>2</sup>. Based on SEM analysis, the resulting nylon membrane microfiltration membranes included in the class.*

*Keywords: phase inversion, compressive strength, tensile strength*

## PENDAHULUAN

Filtrasi membran merupakan teknologi modern yang dibutuhkan dalam penyaringan bahan berwujud cair. Keuntungan dari teknologi filtrasi membran adalah prosesnya yang sangat sederhana, tidak membutuhkan zat kimia tambahan, penggunaan energi yang relatif rendah. Membran mampu memisahkan partikel-partikel tertentu karena karakteristik porositas khusus yang dimilikinya. Membran berfungsi sebagai filter yang sangat spesifik.

Menurut Djajasukmana (2011) Filtrasi dengan membran dapat memisahkan makromolekul dan koloid dari larutannya. Serat membran mempunyai diameter pori yang berbeda. Berdasarkan ukuran pori, membran filtrasi dibagi menjadi membran mikrofiltrasi (MF), yang mempunyai diameter pori 0,1  $\mu\text{m}$ , membran ultrafiltrasi (UF) dengan pori 0,001  $\mu\text{m}$ , dan reverse osmosis (RO) dengan pori 0,0001  $\mu\text{m}$ . Penggunaan membran untuk penyaringan sudah banyak diaplikasikan seperti filtrasi sari buah nanas (Juansah dkk, 2009), pervaporasi (Ridwan dan Rispiandi, 2011), filtrasi jus jeruk (Djajasukmana, 2011), pengolahan limbah cair emulsi minyak (Notodarmojo dkk, 2004), mikrofiltrasi bakteri (Suseno dkk, 2003), dan lain sebagainya.

Membran dibuat dari bahan polimer seperti selulosa asetat, selulosa triasetat, aromatik poliamida, poliamid, polibenzimidazole, polisulfon dan polimer sintesis yang lain. Membran yang banyak digunakan adalah membran biologis dan dalam perkembangannya juga digunakan membran sintesis. Teknologi filtrasi membran merupakan salah satu teknologi filtrasi yang menggunakan media penyaring dari membran. Hal ini terjadi dengan melewatkan cairan melalui suatu membran tipis.

Seiring dengan berkembangnya zaman telah disintesis membran yang berbahan nilon. Nilon adalah senyawa polimer yang memiliki gugus amida pada setiap unit ulangnya, sehingga nilon disebut juga senyawa poliamida. Upaya penentuan karakteristik fisik membran nilon bertujuan untuk memilih membran yang memiliki kemampuan mekanik yang sesuai sebelum diaplikasikan dalam penyaringan fluida.

## METODE PENELITIAN

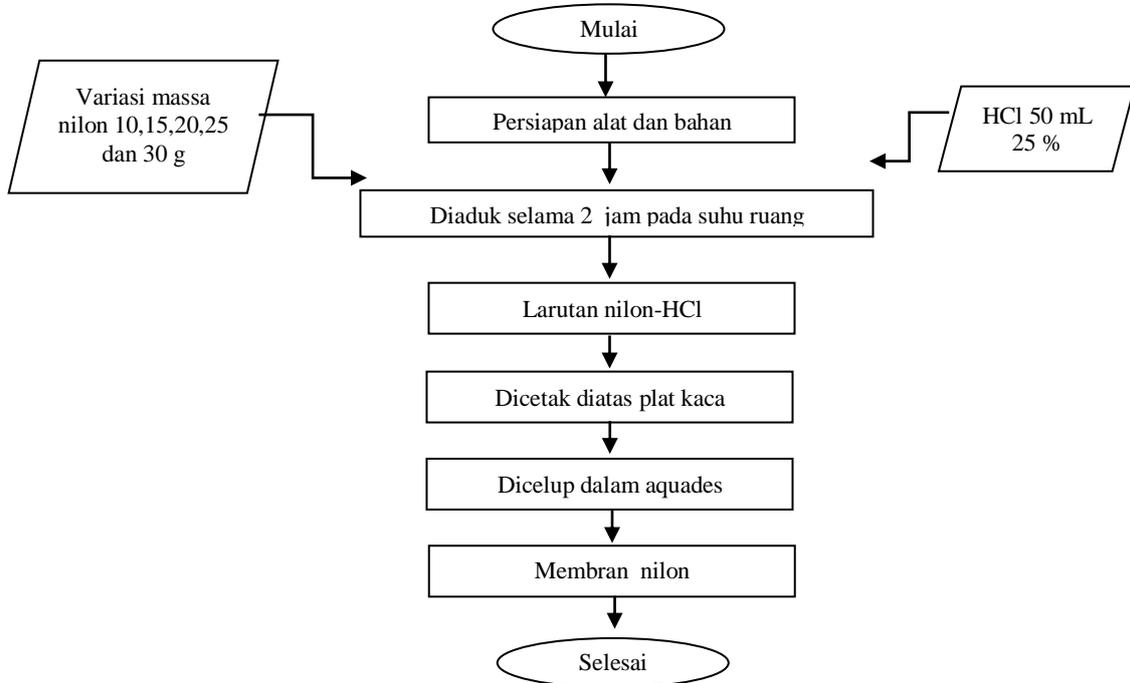
### Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benang nilon-6, HCl pekat 25%, dan aquades. Peralatan yang digunakan adalah beaker glass, *magnetic stirrer*, mikrometer gelas ukur, stopwatch, *screen sablon*, rakeltimbangan digital, ember, sebagai wadah air, kaca, pipet ukur, penetrometer, dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

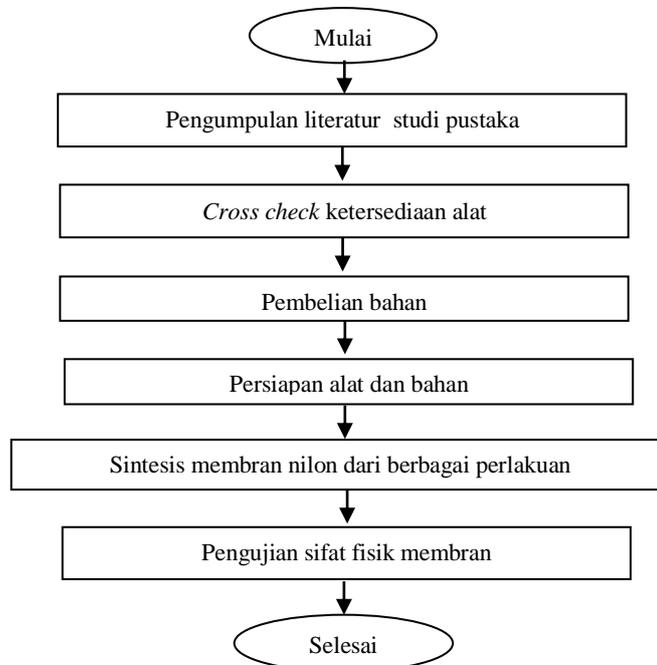
### Metode Penelitian

Prosedur penelitian dimulai dengan sintesis membran nilon yang mengacu pada penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh Rosidah (2013). Benang nilon digunting menjadi potongan-potongan yang sangat pendek, lalu ditimbang 10 g, 15 g, 20 g, 25 g dan 30 g. Selanjutnya benang dilarutkan ke dalam 50 mL HCl 25% sampai terbentuk larutan yang homogen (*casting solution*) sehingga terbentuk 5 larutan Nilon-HCl berbeda konsentrasi yaitu 20% (b/v), 30% (b/v), 40% (b/v), 50% (b/v), dan 60% (b/v). Setelah itu, larutan dituangkan pada plat kaca dan diratakan dengan gelas pengaduk sehingga memiliki ketebalan yang merata. Membran yang sudah dicetak langsung dimasukkan ke dalam nampan lebar yang berisi aquades secara perlahan tanpa ada getaran air yang terjadi dan direndam sampai membran terangkat. Hal ini dilakukan untuk melepas membran. Membran yang dihasilkan ada 5 sampel, secara berurutan kelima membran tersebut dinamakan A untuk bobot nilon 10g (20% (b/v)); B untuk bobot nilon 15 g (30% (b/v)); C untuk bobot nilon 20g (40% (b/v)); D untuk bobot nilon 25 g (50% (b/v)) dan E untuk bobot nilon 30g (60% (b/v)); kemudian membran diangkat dan ditiriskan selama  $\pm 24$

jam sehingga membran mengering dan dapat digunakan untuk dikarakterisasi sifat fisiknya. Proses pembuatan membran nilon yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Sedangkan tahapan pelaksanaan mulai dari sintesis sampai dengan pengujian membran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Membran Nilon



Gambar 2. Diagram Alir Pengujian Membran

### **Uji Kuat Tekan**

Alat yang dipakai untuk menguji yaitu alat uji elastisitas yang berada di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Prosedur pengambilan data yaitu dengan menyiapkan lembaran membran dan memposisikan membran tersebut pada alat uji. Setelah itu alat dioperasikan dan diambil datanya. Output satuan yang diperoleh berupa  $\text{Kg/cm}^2$ .

### **Uji Kuat Tarik**

Tujuan dari uji kuat tarik pada membran adalah untuk mengetahui tarikan maksimum yang dapat diterima oleh benda sampai batas benda tersebut patah atau hancur. Alat yang dipakai untuk menguji yaitu alat uji elastisitas yang berada di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Prosedur pengambilan data yaitu dengan menyiapkan lembaran membran dan memposisikan membran tersebut pada alat uji. Setelah yaitu alat dioperasikan dan diambil datanya. Output satuan yang diperoleh berupa  $\text{Kg/cm}^2$ .

### **Uji Ukuran Pori**

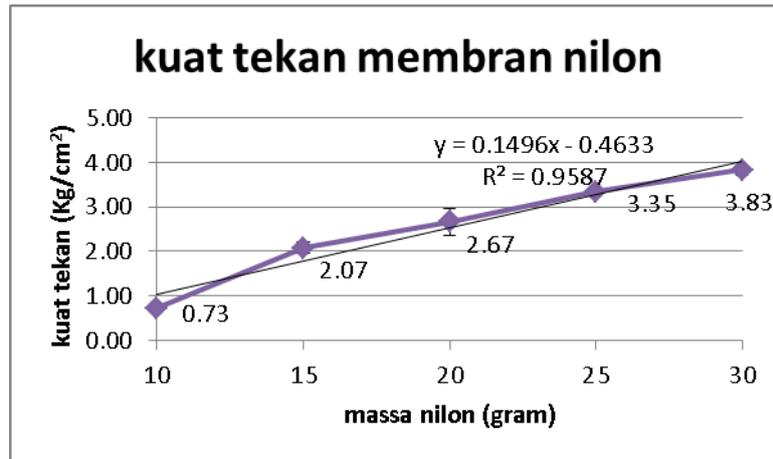
Uji ukuran pori bertujuan untuk mengetahui keseragaman pori dan ukuran diameter pori rata-rata. Alat yang dipakai adalah alat uji SEM yang berada di Laboratorium Central Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang. Prosedur pengambilan data adalah dengan menyerahkan langsung kepada laboran dan peneliti hanya menunggu hasil dari uji SEM yang dilakukan oleh Laboran. Ada 1 sampel yang diujikan, dimana sampel tersebut adalah perlakuan terbaik dari pengujian kuat tekan dan kuat tarik. Pada penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk menentukan hasil penelitian. Data hasil penelitian akan dianalisis menggunakan analisa sidik ragam satu arah (one way ANOVA) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara perlakuan terhadap berbagai parameter uji mekanik membran. Apabila terdapat pengaruh yang nyata terhadap hasil akan digunakan taraf nyata 0.05 dan 0,01, dilanjutkan dengan Uji Perlakuan Terbaik Metode BNT 5%, untuk mengetahui perlakuan terbaik.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pengujian Kuat Tekan Membran Nilon**

Uji kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kemampuan membran menahan beban. Kuat tekan (compression strength) yaitu besarnya gaya tekan (newton) tiap satuan luas penampang benda ( $\text{m}^2$ ) sampai membran berlubang. Tujuan aplikatif dari kuat tekan membran adalah mengetahui kisaran tekanan maksimum sebelum membran robek jika dikenai gaya yang berasal dari luar, semisal pompa kompressor, pompa diafragma, dan sebagainya.

Pengujian kuat tekan ini menggunakan alat yang dinamakan penetrometer manual. Adapun skema pengujian membran yaitu dengan memberikan gaya tekan dengan jarum penekan yang terhubung dengan komputer. Gaya tekan memiliki arah dari atas ke bawah menuju membran yang terpancang ke atas, dimana posisi membran ditunjukkan dengan dua sisi yang berlawanan dijepit oleh sistem penyangga. Membran diberi tekanan sebanyak tiga kali pada sisi satu dengan sisi yang lain. Kemudian pengujian tekanan diulang tiga kali. Dari perlakuan dan ulangan yang diuji, dihasilkan data rata-rata kuat tekan dengan satuan Uji penetrometer manual dalam  $\text{Kg/cm}^2$ . Grafik kuat tekan membran nilon ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik kuat tekan membran nilon

Grafik pada Gambar 3 tersebut menunjukkan bahwa semakin bertambahnya massa nilon, maka semakin tinggi nilai kuat tekan membran nilon yang dihasilkan. Dengan kata lain, semakin tinggi konsentrasi larutan Nilon-HCl, maka semakin tinggi pula nilai kuat tekan membran. Hal ini dikarenakan ikatan rantai semakin panjang sehingga kondisi fisik dari membran semakin kuat.

Pada dasarnya tujuan dari pengujian kuat tekan yaitu untuk mengetahui nilai kuat tekan agar jika diaplikasikan saat penyaringan, membran memiliki titik maksimum penekanan. Oleh karena itu diperlukan membran yang memiliki kuat tekan maksimal agar tidak mudah jebol apabila ditekan dengan pompa mebran. Dengan adanya penambahan bobot nilon maka kemungkinan besar jumlah ikatan atau polimerisasi yang terjadi semakin banyak. Jumlah ikatan yang membentuk rantai panjang akan mengalami penumpukan, hal ini menjadikan komposisi ikatan yang ada semakin rapat. Sehingga akan menyebabkan kekuatan mekaniknya akan semakin besar. Lebih spesifik lagi akan semakin sulit atau kuat tarik yang besar. Kekuatan suatu bahan merupakan tolak ukur kelayakan untuk dapat digunakan dalam aplikasi teknologi.

Berdasarkan analisis ragam (ANNOVA) konsentrasi Nilon-HCl sangat berpengaruh nyata terhadap kuat tekan. Selanjutnya interaksi antar perlakuan dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) 5% yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji BNT 5% kuat tekan

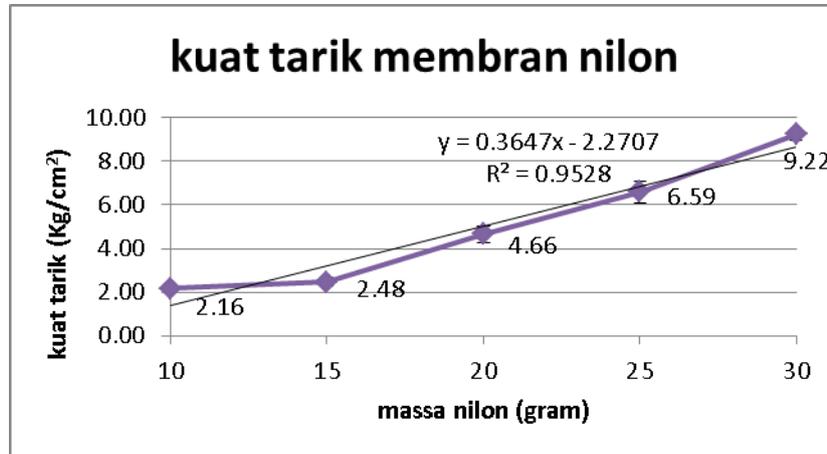
Perlakuan	Kuat tekan rata-rata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Notasi
10 gram	0.73	a
15 gram	2.07	b
20 gram	2.67	bc
25 gram	3.35	cd
30 gram	3.83	d

Hasil uji BNT 5% pada Tabel 1 menyatakan bahwa setiap perlakuan penambahan massa nilon berbeda nyata pada setiap perlakuan. Pada hasil uji BNT tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik dengan kuat tekan terbesar yaitu pada perlakuan penambahan massa nilon sebesar 30 gram dengan kuat tekan sebesar 3.83 Kg/cm<sup>2</sup>.

### Pengujian Kuat Tarik Membran Nilon

Uji kuat tarik (*tensile test*) digunakan untuk mengetahui elastisitas membran. Membran dijepit dan dihubungkan dengan sensor gaya yang terhubung dengan komputer. Membran nilon yang diujikan memiliki dimensi panjang 8 cm x lebar 2 cm. Gaya tarik memiliki arah dari bawah ke atas, lapisan membran dijepit oleh sistem penjepit pada kedua sisi lebar dengan arah

berlawanan. Dari perlakuan dan ulangan yang diuji dihasilkan data rata-rata kuat tarik dengan satuan Uji penetrometer manual dalam  $\text{Kg/cm}^2$ . Adapun data kuat tarik membran nilon ditunjukkan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Kuat Tarik Membran Nilon

Grafik pada Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya massa nilon, maka semakin tinggi nilai kuat tarik yang dihasilkan.. Dengan kata lain semakin tinggi konsentrasi larutan Nilon-HCl, maka semakin tinggi pula nilai kuat tarik membran. Sama halnya dengan kuat tekan, ikatan rantai menjadi faktor utama yaitu rantai panjang menjadikan kondisi fisik dari membran semakin kuat. Interaksi molekul melalui ikatan hidrogen antara gugus-gugus amida juga meningkatkan kekuatan mekanik membran. Berdasarkan analisis ragam (ANNOVA) konsentrasi Nilon-HCl sangat berpengaruh nyata terhadap kuat tarik. Selanjutnya interaksi perlakuan dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) 5% yang disajikan pada Tabel 2.

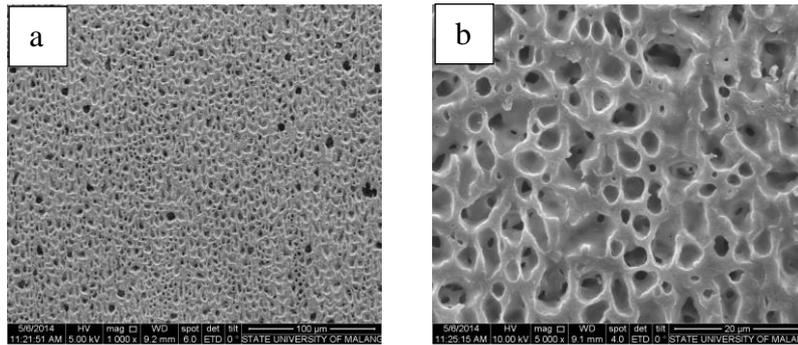
Tabel 2. Hasil Uji BNT 5% Kuat Tarik

Perlakuan	Kuat tarik rata-rata ( $\text{Kg/cm}^2$ )	Notasi
10 gram	2.16	a
15 gram	2.48	ab
20 gram	4.66	c
25 gram	6.59	d
30 gram	9.22	e

Hasil uji BNT 5% pada Tabel 2 menyatakan bahwa setiap perlakuan penambahan massa berbeda nyata pada setiap perlakuan. Pada hasil uji BNT tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik dengan kuat tarik terbesar yaitu pada perlakuan penambahan massa nilon sebesar 30 gram dengan kuat tekan sebesar  $9.22 \text{ Kg/cm}^2$ .

#### Analisa Uji SEM Terhadap Ukuran Pori dan Morfologi Membran Nilon

Uji SEM pada gambar 5 dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui ukuran diameter pori dan mengamati struktur permukaan membran nilon. Adapun perlakuan yang diujikan yaitu hanya pada perlakuan yang memiliki sifat mekanik maksimum yaitu kuat tekan dan kuat tarik terbesar. Hal ini dilakukan untuk mengetahui jenis membran yang dihasilkan dan morfologi permukaan membran. Hasil uji SEM ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil scan membran nilon dengan berbagai perbesaran  
a) Foto SEM perbesaran 1000X b) Foto SEM perbesaran 5000X

Pada Gambar 5 terlihat bahwa dengan perbesaran maksimal 5000X, lubang pori yang dihasilkan memiliki ukuran micron yaitu antara  $0,3 \mu\text{m}$  –  $5,4 \mu\text{m}$ . Dari hasil tersebut maka membran nilon yang dihasilkan dapat dikategorikan sebagai membran mikrofiltrasi. Berdasarkan ukuran pori, membran dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Baker, 2004): 1) Reverse osmosis yaitu membran yang memiliki diameter pori antara  $0,0001 \mu\text{m}$  -  $0,01 \mu\text{m}$ , 2) Ultrafiltrasi yaitu membran yang memiliki diameter pori antara  $0,01 \mu\text{m}$  -  $0,1 \mu\text{m}$ , 3) Mikrofiltrasi yaitu membran yang mempunyai diameter pori antara  $0,1 \mu\text{m}$  -  $10 \mu\text{m}$  dan 4) Konvensional filtrasi yaitu membran yang tergolong penyaring pada umumnya yang memiliki diameter pori antara  $10 \mu\text{m}$  –  $100 \mu\text{m}$ .

Dalam hal ini ada kemungkinan kerja HCl yang memiliki fungsi ganda, yaitu sebagai pelarut benang nilon saat proses pelarutan benang dan membuat lubang pori ketika proses perendaman dalam aquades. Ketika melalui proses perendaman, HCl yang masih berada pada lapisan membran akan larut terbawa air aquades sehingga menghasilkan pori mikro bekas HCl berada. Dari gambar 18 tersebut, dapat ditunjukkan morfologi permukaan membran. Terlihat bahwa tampilan permukaan membran sangat tidak rata dan lubang pori yang acak, oleh karena itu pori yang dihasilkan dapat dikatakan tidak homogen.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian meliputi nilai kuat tekan terbesar yang dihasilkan pada penelitian ini terjadi pada massa nilon 30 gram dengan konsentrasi 60% (b/v) yaitu  $3,83 \text{ Kg/cm}^2$  dan nilai kuat tekan terkecil pada penelitian ini terjadi pada massa nilon 10 gram dengan konsentrasi 20% (b/v) yaitu  $0,73 \text{ Kg/cm}^2$ . Pengaruh penambahan massa nilon terhadap kuat tekan membran yaitu semakin besar penambahan massa nilon (semakin bertambah konsentrasi), maka nilai kuat tekan yang dihasilkan semakin besar.

Sedangkan nilai kuat tarik terbesar yang dihasilkan dari pengujian ini terjadi pada massa nilon 30 gram dengan konsentrasi 60% (b/v) yaitu  $9,22 \text{ Kg/cm}^2$  dan nilai kuat tarik terkecil pada pengujian ini terjadi pada massa nilon 10 gram dengan konsentrasi 20% (b/v) yaitu  $2,16 \text{ Kg/cm}^2$ . Pengaruh penambahan massa nilon terhadap kuat tarik membran yaitu semakin besar penambahan massa nilon (semakin bertambah konsentrasi), maka nilai kuat tarik yang dihasilkan semakin besar. Berdasarkan analisa SEM, membran nilon yang dihasilkan termasuk dalam golongan membran mikrofiltrasi yaitu antara  $0,3 \mu\text{m}$  –  $5,4 \mu\text{m}$ .

**DAFTAR PUSTAKA**

- Baker, R.W. 2004. *Membran Technology And Applications*. California: Membran Technology and Research, Inc.
- Djajasukmana R., B. 2011. Teknik Perakitan Unit Filtrasi Membran dan Pengujian Kinerjanya Terhadap Jus Jeruk dan Produk Olahan Lainnya. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. *Buletin Teknik Pertanian* Vol.16. No.1.2011:37-47.
- Notodarmojo S., Dini M., & Teuku Z.,. 2004. Pengolahan Limbah Cair Emulsi Minyak dengan Proses Membran Ultrafiltrasi Dua-tahap Aliran *Cross-flow*. *PROC. ITB Sains & Tek.* Vol. 36 A, No. 1. 45-62.
- Ridwan I, Rispiandi. 2011. Pembuatan Membran Komposit dari Kitin – Sekam padi untuk Proses Pervaporasi. *Jurnal Fluida* vol. VII, No. 1, Mei (2011) 12-17.
- Rosidah, A.E. 2013. Sintesis Dan Karakteristik Membran Nilon yang Berasal dari Limbah Benang. [Skripsi].Bogor. Dep. Fisika, F-MIPA IPB.
- Suseno N., Tokok A., Atie S. 2003. Sintesis Dan Optimasi Membran Selulosa Asetat Pada Proses Mikrofiltrasi Bakteri. *Unitas*, Vol. 11 No.2.