

**MODUL PRAKTIKUM  
TEKNOLOGI DAN PROSES MEMBRAN**



**Oleh : Dina Wahyu Indriani, STP, M.Sc  
Dr. Yusuf Wibisono, S.TP, M.Sc**

**Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian**

**Jurusan Keteknikan Pertanian**

**Fakultas Teknologi Pertanian**

**Universitas Brawijaya**

**2016**

# PERCOBAAN I

## PENGUKURAN FLUKS AIR BERSIH

### I. TUJUAN PERCOBAAN

1. Mempelajari tata cara pengukuran fluks
2. Melakukan dan menerapkan tata cara pengukuran fluks pada air bersih dengan menggunakan membran Ultra Filtrasi

### II. DASAR TEORI

Nilai fluks dan rejeksi merupakan parameter utama dalam menilai kinerja membran (Wenten 1999 dan Osada dan Nakagawa 1992). Penurunan fluks terjadi karena adanya fouling pada membran tetapi adanya fouling dapat meningkatkan rejeksi, untuk mencegah adanya fouling maka membran harus selalu dibersihkan. Faktor yang mempengaruhi nilai fluks antara lain tekanan transmемbran, kecepatan cross-flow dan konsentrasi larutan.

Permeabilitas merupakan kecepatan permeasi, yang diartikan sebagai volume yang melewati membran persatuan luas dalam satuan waktu tertentu dengan gaya penggerak berupa tekanan. Nilai koefisien permeabilitas air murni menunjukkan kemudahan molekul air untuk melewati membran. Semakin tinggi nilai koefisien permeabilitas, menunjukkan semakin mudah air untuk melewati membran. Permeabilitas membran dilihat dari nilai fluks (Lindu, 2010).

Nilai fluks dari suatu membran merupakan laju alir volumetrik suatu larutan melalui membran per satuan luas permukaan membran per satuan waktu. Nilai fluks membran dihitung berdasarkan data volume air yang mengalir melalui luas permukaan membran selama satu jam. Semakin tebal menyebabkan air semakin sulit untuk melewati membran, sehingga nilai fluks semakin kecil.

$$C_{membrane} \propto \frac{d^a \varepsilon}{tb} \dots\dots\dots (2)$$

$$f = K(T) \times \left( \frac{r \times \varepsilon}{\tau \times b} \right)^a \dots\dots\dots (3)$$

Secara teori penyebab meningkatnya nilai fluks membran jika didasarkan pada Persamaan (3), maka permeabilitas membran dipengaruhi oleh ketebalan membran, porositas dan tortuositas. Dalam teknologi membran, tortuosity merupakan rasio perbandingan antara panjang pori dan ketebalan membran. Berdasarkan Persamaan (2), dapat disimpulkan bahwa fluks untuk dapat ditingkatkan dengan meningkatkan ukuran pori dan porositas dan dengan mengurangi tortuosity dan ketebalan membrane (Camacho et. al., 2013).

### III. ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan antara lain :

1. Unit UF
2. Ember (wadah air)
3. Unit Cartridge
4. Gelas Ukur
5. Stopwatch

Bahan yang digunakan antara lain:

1. Air Bersih

### IV. CARA KERJA

1. Air kran dilewatkan melalui filter cartridge sebelum dimasukkan ke dalam ember
2. Setelah air berada di dalam ember, pipa pada rangkaian dimasukkan ke dalam ember
3. Untuk aliran dead-end, selang 1 dipasang pada lubang feed (A) dan selang 2 dipasang pada lubang permeate (2)
4. Untuk aliran cross-flow, selang 1 dan 2 dipasang seperti aliran dead-end, kemudian dipasang lagi selang 3 pada lubang retentate (B)
5. Setelah pemasangan selang telah siap, pompa dinyalakan dan diatur tekanan yang diinginkan dengan mengatur keluaran pada kran bagian samping rangkaian.
6. Diukur flux air yang keluar melalui lubang permeate yang ditampung dalam gelas ukur.

### V. HASIL PERCOBAAN

No	Waktu (menit)	Volume Permeate (Liter)	Fluks ( L/m <sup>2</sup> h)
1	1		
2	2		
3	3		
4	..		
5	dst		

**Rumus Fluks :**

$$J=Q/S = (V/t)/S$$

J= filtrate flux (L/h.m<sup>2</sup>)

V= Volume (L)

Q=filtrate flow (L/h)

- S= luas area membran (m<sup>2</sup>)

**VI. DAFTAR PUSTAKA**

Osada, Y., T. Nakagawa. 1992. Membran Science and Technology. New York: Marcel Dekker.

Wenten, IG. 1999. Teknologi Industrial Membran. Bandung: Departemen Teknik ITB.

# PERCOBAAN II

## KULTIVASI MIKROALGA

### I. TUJUAN PERCOBAAN

1. Pengembangbiakan kultur mikroalga
2. Analisa jumlah biakan dengan menggunakan haemocytometer

### II. DASAR TEORI

Mikroalga merupakan organisme autotrof yang tumbuh melalui proses fotosintesis. Struktur uniseluler mikroalga memungkinkan mengubah energi matahari menjadi energi kimia dengan mudah. Mikroalga dapat tumbuh dimana saja, baik di ekosistem perairan maupun ekosistem darat (Handayani dan Ariyanti, 2012). Beberapa kelompok dalam pengklasifikasian mikroalga yaitu mikroalga hijau-biru (*Cyanophyceae*), mikroalga coklat keemasan (*Chrysophyceae*), mikroalga hijau (*Chlorophyceae*), dan diatom (*Bacillariophyceae*) (Aullon, 2010).

*Nannochloropsis* sp. termasuk dalam kelas alga hijau, memiliki sel berwarna kehijauan, pergerakannya tidak motil, dan selnya berbentuk bola, berukuran 4-6  $\mu\text{m}$  (Kawaroe *et al.*, 2010) Garofalo *et al.*, (2009) mengklasifikasikan *Nannochloropsis* sp. sebagai berikut:

Filum: *Heterokontophyta*

Kelas: *Eustigmatophyceae*

Orde: *Eustigmatales*

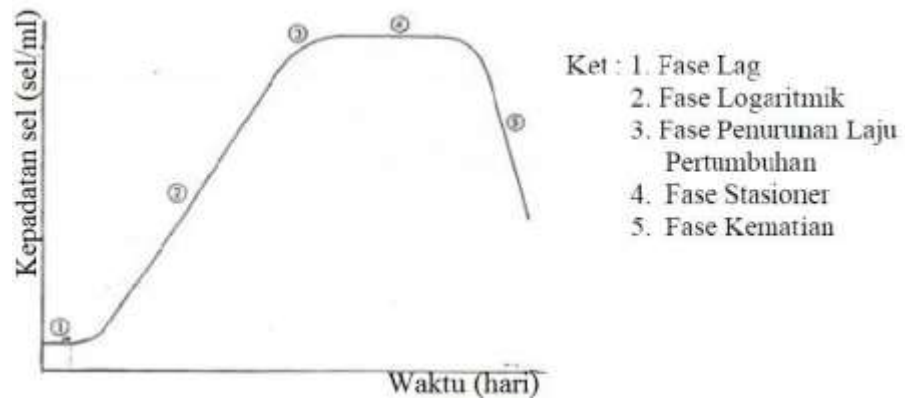
Familia: *Monodopsidaceae*

Genus: *Nannochloropsis*

Spesies: *Nannochloropsis* sp.

*Nannochloropsis* sp. bersifat kosmopolit dapat tumbuh pada salinitas 0-35‰. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Sukmawan (2013), salinitas dengan pertumbuhan optimum pada 30.96‰ pH 8,1. Mikroalga ini dapat tumbuh baik dengan kisaran intensitas cahaya 1.000-10.000 lux (Tjahjo *et al.*, 2002). *Nannochloropsis* sp. masih dapat bertahan hidup pada suhu 40°C tetapi tidak tumbuh normal, suhu 25°C – 30°C merupakan kisaran suhu yang optimal (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Menurut Kawaroe *et al.*, (2010) pola pertumbuhan mikroalga pada sistem kultivasi terbagi menjadi 5 tahapan (Gambar 2) yaitu, fase adaptasi (*lag phase*), fase eksponensial (*log phase*), fase penurunan pertumbuhan (*declining growth*), fase stasioner, fase kematian (*death phase*).



**Gambar 2.1** Diagram lag fase dari pertumbuhan mikroalga

Hematisometer adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan sel darah dan sel lain secara cepat dan dapat digunakan untuk konsentrasi sel yang rendah, Hemositometer ditemukan oleh Louis-Charles Malassez dan terdiri dari kaca slide mikroskop dengan lekukan persegi panjang yang menciptakan sebuah kamar. Ruang ini diukir dengan laser-terukir grid garis tegak lurus. Prinsipnya adalah melakukan perhitungan dengan pertolongan garis skala dan kedalaman yang didasarkan pada volume dibawah kaca penutup. Adanya daerah yang dibatasi oleh garis dan kedalaman ruang, memungkinkan untuk menghitung jumlah sel atau partikel dalam volume tertentu cairan, dan dengan demikian dapat menghitung konsentrasi sel dalam cairan secara keseluruhan.

Bagian – Bagian Hematisometer

1. Pipet throma

a. Pipet throma leukosit :

- mengencerkan darah dalam pemeriksaan jumlah leukosit dan eosinophil
- skala 0.5 ;1 ;11 dengan bola kaca putih didalamnya
- Pengenceran darah 20X untuk hitung leukosit, dan 10X untuk hitung eosinophil

b. Pipet throma eritrosit :

- mengencerkan darah dalam pemeriksaan jumlah eritrosit dan trombosit
- Mempunyai skala dari 0.5; 1; 101 dengan bola kaca merah didalamnya
- Pengenceran darah 200X untuk pemeriksaan hitung eritrosit maupun trombosit.

2. Kamar Hitung untuk menghitung jumlah sel, digunakan Improve Neubauer

3. Kaca Penutup untuk pengamatan dibawah mikroskop

### III. ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan antara lain

1. Wadah Kultivasi yang telah disterilisasi
2. Haemocytometer
3. Mikroskop
4. Pipet Ukur
5. Gelas Ukur
6. Lampu neon
7. Unit Aerasi (Aerator, selang, batu aerasi)

bahan yang digunakan antara lain :

1. Bibit Mikroalga *nanochlorosis oculata*
2. Nutrisi Mikroalga ( Pupuk Walne, Vitamin B<sub>1</sub> dan B<sub>12</sub>)
3. Aquades
4. Air tawar yang telah disterilisasi

### IV. CARA KERJA

#### A. Kultivasi Mikroalga

1. Sterilisasi alat dan air laut yang akan digunakan
  - a. Sterilisasi alat  
Cuci alat (toples, selang aerasi dan batu aerator) menggunakan air mendidih.
  - b. Sterilisasi air laut  
Rebus air laut sampai mendidih. Masukkan air laut yang sudah mendidih ke dalam toples kemudian tutup rapat dan diamkan selama 24 jam.
2. Kemudian ukur salinitas air laut menggunakan refraktometer. Air laut dapat digunakan sebagai media pertumbuhan mikroalga apabila salinitas dari air laut tersebut menunjukkan angka 30-35%. Apabila salinitas lebih dari 35% maka perlu dilakukan pengenceran air laut menggunakan aquades sampai salinitas mencapai angka 30-35%.
3. Selanjutnya, masukkan mikroalga kedalam media air laut dengan perbandingan air laut dan mikroalga sebesar 10 : 1.
4. Kemudian masukkan vitamin dan pupuk walne masing-masing sebesar 1% ke dalam air laut
5. Setelah itu, pasang batu aerator, masukkan ke dalam toples dan nyalakan lampu neon
6. Hitung densitas sel menggunakan haemocytometer untuk mengetahui kepadatan awal dari mikroalga.
7. Selanjutnya tutup rapat toples dan amati pertumbuhan dari mikroalga setiap 24 jam selama 4 hari.

## B. Penggunaan Haemocytometer

1. Bersihkan permukaan hitung hemasitometer dengan kertas lensa yang dibasahi akuades
2. Kaca penutup diletakkan di atas permukaan hemasitometer
3. Suspensi sel mikrobial diambil sebanyak  $\pm 0,5$  mL dengan menggunakan pipet
4. Letakkan pipet pada tepi kaca penutup di sisi ruang hitung.
5. Alirkan suspensi secara perlahan hingga memenuhi seluruh ruang hitung.
6. Letakkan hemasitometer di tempat preparat mikroskop.
7. Amati dan hitung jumlah sel
8. Bersihkan alat dengan akuades dan dikeringkan

## V. HASIL PERCOBAAN

### FORMAT DHP

Pengamatan Hari ke-	Rata-rata jumlah Sel	Kepadatan sel (sel/ml)
0		
1		
2		
3		
4		

Perhitungan :

#### 1. Kepadatan Mikroalga

Volume chamber besar = Panjang x Lebar x kedalaman  
 = 1 mm x 1 mm x 0,1 mm  
 = 0,1 mm<sup>3</sup> = 0,0001 cm<sup>3</sup> = 1 x 10<sup>-4</sup> ml

Rata-rata jumlah sel = ...../5 kotak = .....sel  
 Jumlah sel/ml = rata-rata jumlah sel / volume chamber  
 = rata-rata jumlah sel / 1 x 10<sup>-4</sup> ml  
 = ..... x 1 x 10<sup>4</sup> /ml

#### 2. Laju perkembangan spesifik

$$\mu = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{T_t - T_0}$$

Dengan :

- $\mu$  = Laju perkembangbiakan spesifik.
- $N_t$  = Kepadatan populasi sel pada waktu ke-t.
- $N_0$  = Kepadatan populasi sel pada waktu ke-0.
- $T_0$  = Waktu awal.
- $T_t$  = Waktu pengamatan.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

Osada, Y., T. Nakagawa. 1992. Membran Science and Technology. New York: Marcel Dekker.

Wenten, IG. 1999. Teknologi Industrial Membran. Bandung: Departemen Teknik ITB.



# PERCOBAAN III

## FILTRASI MIKROALGA

### I. TUJUAN PERCOBAAN

1. Melakukan pengujian membran ultrafiltrasi menggunakan mikroalga
2. Menentukan fluks pada saat pengujian filtrasi dengan mikroalga
3. Melakukan pemanenan mikroalga dengan membran ultrafiltrasi

### II. DASAR TEORI

Mikroalga adalah organisme tumbuhan paling primitif berukuran seluler yang umumnya dikenal dengan sebutan nama fitoplankton. Habitat hidupnya adalah wilayah perairan di seluruh dunia. Selain metode kultivasi, metode pemanenan mikroalga juga sangat penting untuk menghasilkan biomassa konsentrasi tinggi dan proses yang ekonomis.

Pemanenan adalah proses pemisahan antara medium dan mikroalga secara separasi padat-cair. Terdapat beberapa parameter yang harus diperhatikan untuk dapat mengevaluasi kinerja dari teknik pemanenan yang digunakan, antara lain: laju pemisahan air, kandungan padatan ada lumpur mikroalga dan yield dari proses. Seiring perkembangan teknologi, teknik pemanenan mikroalga pun ikut berkembang.

Ada beberapa metode seperti yang dapat digunakan untuk pemanenan mikroalga, yaitu filtrasi, Sentrifugasi dan flokulasi. Filtrasi merupakan suatu metode pemanenan, dimana medium dan mikroalga dialirkan melalui filter yang kemudian mikroalga akan tersaring/terfilter, sedangkan medium akan tetap mengalir melewati filter. Sentrifugasi merupakan proses pemisahan yang menggunakan gaya sentrifugal sebagai driving force untuk memisahkan padatan dan cairan. Flokulasi adalah metode pemanenan dimana mikroalga akan saling terkumpul hingga membentuk suatu gumpalan massa yang lebih besar yang disebut flok.

Selama proses filtrasi menggunakan membran berlangsung maka akan terdapat fouling pada membrane tersebut. Lapisan fouling membran (foulant) ini menghambat filtrasi. Foulant ini dapat berupa endapan organik (makromolekul, substansi biologi), endapan inorganik (logam hidroksida, garam kalsium) dan partikulat. Foulant akan terakumulasi pada permukaan membran karena tidak ikut ambil bagian dalam transfer massa. Akibatnya foulant ini akan mengurangi efektivitas dan fluks membran.

Ultrafiltrasi yang digunakan dalam penelitian ini didesign menggunakan sistem backwash secara otomatis untuk mengurangi terbentuknya fouling. Sistem backwash dapat mengurangi terjadinya penurunan fluks secara tajam. Prinsip dari backwash sendiri ialah membalik arah aliran dengan menggunakan tekanan lebih besar untuk mengangkat foulant yang tersisa dipermukaan membran yang dapat menghambat proses filtrasi.

### III. ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah

1. Unit UF
2. Gelas Ukur
3. Stopwatch
4. Haemocytometer
5. Mikroskop

bahan yang digunakan dalam percobaan adalah

1. Mikroalga hasil kultivasi percobaan 2

### IV. CARA KERJA

1. Mikroalga yang telah dikultivasi disiapkan, dan disambungkan menuju rangkaian
2. Pemasangan selang menggunakan tipe aliran cross-flow, pompa dinyalakan dan diatur tekanan yang diinginkan dengan mengatur keluaran pada kran bagian samping rangkaian.
3. Diukur flux air yang keluar melalui lubang permeate yang ditampung dalam gelas ukur

### V. HASIL PERCOBAAN

No	Waktu (menit)	Volume (L)	Fluks (L/m <sup>2</sup> h)	Densitas Sel
1				
2				
3				
dst				

**Rumus Fluks :**

$$J=Q/S = (V/t)/S$$

J= filtrate flux (L/h.m<sup>2</sup>)

V= Volume (L)

Q=filtrate flow (L/h)

S= luas area membran (m<sup>2</sup>)

**Tugas:**

1. Jelaskan hubungan antara variasi konsentrasi alga terhadap kemampuan filtrasi

### VI. DAFTAR PUSTAKA

Osada, Y., T. Nakagawa. 1992. Membran Science and Technology. New York: Marcel Dekker.

Wenten, IG. 1999. Teknologi Industrial Membran. Bandung: Departemen Teknik ITB.

## **PERCOBAAN IV**

### **BACKWASH MEMBRAN ULTRAFILTRASI**

#### **VII. TUJUAN PERCOBAAN**

1. Melakukan backwash membran ultrafiltrasi
2. Menentukan fluks pada saat pengujian filtrasi dengan mikroalga

#### **VIII. DASAR TEORI**

Fouling adalah suatu gejala yang disebabkan oleh deposisi dan akumulasi secara irreversible dari partikel submikron pada permukaan membran atau kristalisasi serta presipitasi dari partikel berukuran kecil pada permukaan atau di dalam membran itu sendiri (Wenten, 1999). Menurut Cheryan (1986), fouling merupakan proses terakumulasinya komponen-komponen secara permanen akibat filtrasi itu sendiri. Fouling membran bergantung pada parameter fisik dan kimia seperti pH, suhu, kekuatan ion, dan interaksi spesifik (ikatan H). Henry (1988) menyatakan bahwa fouling disebabkan karena terakumulasinya partikel pada permukaan membran yang semakin lama semakin menumpuk, sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan fluks dan perubahan selektivitas. Fouling pada membran disebabkan antara lain lapisan endapan organik (seperti makromolekul, bahan biologis dan sebagainya) dan lapisan endapan anorganik (seperti logam hidroksida dan garam-garam kalsium).

Polarisasi konsentrasi dan fouling dapat membatasi proses pemisahan dengan membran karena keduanya menyebabkan penurunan fluks permeat sehingga menurunkan semua kinerja membran. Penurunan fluks secara berkelanjutan dapat disebabkan oleh fouling partikel-partikel seperti koloid, emulsi, suspensi, makromolekul, garam, dan lain-lain yang menempel pada permukaan membran. Secara umum ada tiga tipe foulant: partikel, lapisan endapan organik (makromolekul, bahan-bahan biologis, dsb), dan lapisan endapan anorganik (logam hidroksida, garam kalsium, dsb.) (Mulder 1996).

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menangani fouling dan polarisasi konsentrasi sebagai berikut (1) perlakuan awal pada larutan umpan. Metode meliputi perlakuan panas, penyesuaian pH, penambahan senyawa kompleks, klorinasi, penyerapan pada karbon aktif, penjernihan kimia, ultrafiltrasi, dan mikrofiltrasi awal, serta (2) sifat-sifat membran. Pengurangan polarisasi konsentrasi dapat dilakukan dengan menambahkan golongan aliran dekat membran, pencucian berkala, mengurangi tekanan, mengurangi kadar makro terlarut (berat molekul tinggi), meningkatkan suhu, dan memperbesar kelarutan

makro molekul. Pencucian pada membran harus dilakukan untuk mengurangi terjadinya fouling dan polarisasi konsentrasi. Mulder (1996) dan Wenten (1999), menyatakan metode pencucian ada empat macam, antara lain:

- a. Pencucian balik merupakan metode pencucian yang hanya dapat dilakukan pada membran mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Teknik pencucian balik merupakan teknik yang umum digunakan untuk penghilangan zat pengotor yang terakumulasi di permukaan membran. Ada dua cara yang dilakukan yaitu pembilasan balik (backflushing) dengan menggunakan permeat dan rangkaian pencucian yang terdiri dari penghembusan udara melalui membran dan pembilasan dengan menggunakan larutan umpan.
- b. Pencucian secara mekanik merupakan metode pencucian yang hanya dapat dilakukan pada sistem tubular dengan menggunakan spon.
- c. Pencucian secara kimia merupakan metode pencucian yang sangat penting dalam mengurangi fouling. Penambahan zat kimia pada membran dengan jangka waktu tertentu merupakan ciri dari pencucian ini. Adapun bahan kimia yang biasa digunakan untuk pencucian ini antara lain asam ( $H_3PO_4$  dan asam sitrat), basa (NaOH), detergen (alkali dan non-ionik), enzim (protease, amilase, dan lipase), senyawa kompleks (EDTA dan sodium heksametafosfat), desinfektan ( $H_2O_2$  dan NaOCl), panas, dan gas (etilen oksida).
- d. Pencucian secara elektrik merupakan metode pencucian yang praktis untuk dilakukan karena menggunakan listrik dan susunan modul khusus yang dilengkapi dengan elektroda.

Ultrafiltrasi yang digunakan dalam penelitian ini didesign menggunakan sistem backwash secara otomatis untuk mengurangi terbentuknya fouling. Sistem backwash dapat mengurangi terjadinya penurunan fluks secara tajam. Berdasarkan penelitian terdahulu (Sulistiyani, 2010), dengan adanya sistem backwash terjadi penurunan fluks sekitar 25% dari laju alir awal dalam waktu 22 hari dan sebaliknya dengan tidak adanya sistem backwash penurunan fluks terjadi sekitar 55% dari laju awal untuk limbah laundry dan 11% dari laju alir awal untuk air detergen dalam waktu 4 jam. Hal ini tergantung dari jenis umpan yang akan disaring.

Prinsip dari backwash sendiri ialah membalik arah aliran dengan menggunakan tekanan lebih besar untuk mengangkat foulant yang tersisa dipermukaan membran yang dapat menghambat proses filtrasi

## **IX. ALAT DAN BAHAN**

Alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah

1. Unit Membran UF
2. Gelas Ukur
3. Stopwatch

bahan yang digunakan dalam percobaan adalah

1. Air Bersih

## X. CARA KERJA

1. Selang pada lubang permeate disambungkan menuju pompa, sementara selang pada lubang feed diarahkan menuju gelas ukur
2. Pompa dinyalakan, tekanan diatur pada ukuran paling besar, yakni 2 bar.
3. Air dialirkan terus-menerus hingga permeate menjadi jernih.
4. Setelah air menjadi jernih kembali, proses backwash dapat dihentikan.

## XI. HASIL PERCOBAAN

No	Waktu (menit)	Volume (L)	Fluks (L/m <sup>2</sup> h)	Densitas sel hasil backwash
1				
2				
3				
dst				

### Rumus Fluks :

$$J=Q/S = (V/t)/S$$

J= filtrate flux (L/h.m<sup>2</sup>)

Q=filtrate flow (L/h)

V= Volume (L)

S= luas area membran (m<sup>2</sup>)

## XII. DAFTAR PUSTAKA

Osada, Y., T. Nakagawa. 1992. Membran Science and Technology. New York: Marcel Dekker.

Wenten, IG. 1999. Teknologi Industrial Membran. Bandung: Departemen Teknik ITB.