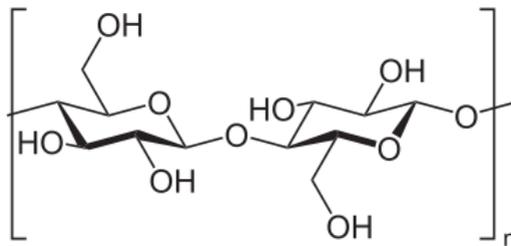


## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Nata De Coco

Pembentukan nata de coco terjadi karena proses pengambilan glukosa dari larutan gula atau gula dalam air kelapa oleh sel – sel *Acetobacter xylinum*. Kemudian glukosa tersebut digabungkan dengan asam lemak membentuk prekursor (penciri nata) pada membran sel. Prekursor ini selanjutnya dikeluarkan dalam bentuk ekskresi dan bersama enzim mempolimerisasikan glukosa menjadi selulosa di luar sel. Nata de coco sebenarnya tidak mempunyai nilai gizi yang berarti bagi manusia, oleh sebab itu produk ini dapat dipakai sebagai sumber makanan rendah energi untuk keperluan diet. Nata de coco juga menjadi lebih enak bila di campur dengan es krim, koktail buah atau sirup[1]. Bakteri *Acetobacter xylinum* akan membentuk nata jika ditumbuhkan dalam air kelapa yang sudah diperkaya dengan karbon (C) dan nitrogen (N) melalui suatu proses yang dikontrol. Dalam kondisi demikian, bakteri tersebut akan menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat menyusun (mempolimerisasi) zat gula (dalam hal ini glukosa) menjadi ribuan rantai (homopolimer) serat atau selulosa. Dari jutaan jasad renik yang tumbuh dalam air kelapa tersebut, akan dihasilkan jutaan lembar benang selulosa yang akhirnya nampak padat berwarna putih hingga transparan yang disebut dengan nata[7].



**Gambar 2. 1** Struktur selulosa

## 2.2 Esterifikasi

Reaksi ionik yang merupakan gabungan dari reaksi adisi dan reaksi penataan ulang eliminasi. Esterifikasi juga dapat didefinisikan sebagai reaksi antara asam karboksilat dan alkohol. Esterifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan katalis enzim (lipase) dan asam anorganik (asam sulfat dan asam klorida), dengan berbagai variasi alkohol biasanya metanol, etanol, 1propanol, amyl alkohol dan lain – lain. Asam anorganik yang digunakan sebagai katalis akan menyebabkan asam karboksilat mengalami konjugasi sehingga asam konjugat dari asam karboksilat tersebutlah yang akan berperan sebagai substrat [2].

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi reaksi esterifikasi yaitu waktu reaksi, pengadukan, katalisator, dan suhu reaksi. Pada penelitian sebelumnya, reaksi esterifikasi selulosa nata de coco dengan asam sitrat dinyatakan bahwa suhu optimum reaksi esterifikasi *nata de coco* yaitu 150°C. Model katalisis reaksi esterifikasi selulosa nata de coco dengan katalis dibutil timah oksida diperoleh nilai energi aktivasi sebesar  $16,67 \times 10^{-3} \text{ kJ/mol}$  [3].

## 2.3 Membran

Suatu media berpori, berbentuk film tipis, bersifat semipermeabel yang berfungsi untuk memisahkan partikel dengan ukuran molekuler (spesi) dalam suatu sistem larutan. Spesi yang memiliki ukuran yang lebih besar dari pori membran akan tertahan sedangkan spesi dengan ukuran yang lebih kecil d Membran berfungsi sebagai media pemisahan yang selektif berdasarkan pada perbedaan koefisien difusifitas, muatan listrik atau perbedaan kelarutan. Proses pemisahan pada membran terjadi karena adanya proses fisiko-kimia antara membran dengan komponen yang akan dipisahkan serta adanya gaya dorong yang berupa gradien konsentrasi ( $\Delta C$ ), gradien tekanan ( $\Delta P$ ) dan gradien potensial ( $\Delta E$ )ari pori membran akan lolos menembus pori membrane[8].Membran yang digunakan dalam pemisahan molekul dapat diklasifikasikan berdasarkan morfologi,kerapatan pori, fungsi, struktur, dan bentuknya[9].

### **2.3.1 Membran Asimetrik**

Membran asimetrik adalah membran yang terdiri dari lapisan tipis yang merupakan lapisan aktif dengan lapisan pendukung dibawahnya. Ukuran dan kerapatan pori untuk membran asimetris tidak sama, dimana ukuran pori dibagian kulit lebih kecil dibandingkan pada bagian pendukung. Ketebalan lapisan tipis antara 0,2-1,0  $\mu\text{m}$  dan lapisan pendukung sublayer yang berpori dengan ukuran antara 50-150  $\mu\text{m}$ .

### **2.3.2 Membran Simetrik**

Membran simetris adalah membran yang mempunyai ukuran dan kerapatan pori yang sama disemua bagian, tidak mempunyai lapisan kulit. Ketebalannya berkisar antara 20-100  $\mu\text{m}$ . Membran ultrafiltrasi terdiri atas struktur asimetris dengan lapisan kulit yang rapat pada suatu permukaan. Struktur demikian mengakibatkan solut didalam umpan tertahan dipermukaan membrandan mencegah terjadinya pemblokiran didalam pori.

Membran dapat diklasifikasikan menjadi beberapa golongan. Berdasarkan asalnya membran dibagi menjadi membran alami dan sintetik. Membran alami biasanya dibuat dari selulosa dan derivatnya seperti selulosa nitrat dan selulosa asetat. Sedangkan contoh membran sintetik seperti poliamida, polisulfon dan polikarbonat. Berdasarkan struktur dan prinsip pemisahannya dibedakan sebagai berikut [10] :

### **2.3.3 Membran Berpori**

Membran berpori merupakan membran yang memiliki ruang terbuka atau kosong, dan terdapat berbagai jenis pori dalam membran.. Jenis membran ini biasanya digunakan untuk pemisahan mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Berdasarkan ukuran kerapatan pori, membran dibagi menjadi makropori dengan ukuran pori  $> 50 \text{ nm}$ , mesopori dengan ukuran pori  $2 - 50 \text{ nm}$ , dan mikropori dengan ukuran pori  $< 2 \text{ nm}$ .

### **2.3.4 Membran Rapat (Tidak berpori)**

Membran non pori merupakan membran yang berupa lapisan tipis dengan ukuran pori kurang dari 0,001 $\mu\text{m}$  dan kerapatan pori

rendah. Prinsip pemisahan dari membran ini yaitu pemisahan molekul dengan ukuran yang sama, baik gas maupun cairan berdasarkan pada kelarutan dan kecepatan difusi dari partikel.

Proses pemisahan dengan membran dapat terjadi karena adanya gaya dorongan  $\Delta P$  yang mengakibatkan adanya perpindahan massa melalui membran. Berdasarkan fungsinya membran dibagi menjadi tujuh macam, yaitu membran yang digunakan pada proses reverse osmosis, ultrafiltrasi, mikrofiltrasi, dialisa, dan elektrodialisa.

Dalam pembuatan membran terdapat beberapa teknik yang digunakan. Berikut teknik yang digunakan [11] :

#### 1. *Sintering*

*Sintering* merupakan metode pembentukan membran dengan teknik penekanan pada temperatur tinggi. Serbuk dengan ukuran tertentu dikompresi dan disinterring pada temperatur tinggi. Selama sinterring antar muka antara partikel yang berkontak hilang membentuk pori. Membran yang dihasilkan mempunyai ukuran pori 0,1 - 10  $\mu\text{m}$ .

#### 2. *Stretching*

*Stretching* merupakan metode pembuatan membran dimana film yang telah diekstruksi atau foil yang dibuat dari bahan polimer semi kristalin ditarik searah proses ekstruksi sehingga molekul-molekul kristalnya akan terletak parallel satu sama lain. Jika *stress* diaplikasikan maka akan terjadi pemutusan dan terbentuk struktur pori dengan ukuran 0,1 - 0,3  $\mu\text{m}$ .

#### 3. *Track-Etching*

*Track-Etching* merupakan metode dimana film atau foil ditembak oleh partikel radiasi berenergi tinggi tegak lurus ke arah film. Partikel akan merusak matriks polimer dan membentuk suatu lintasan. Film kemudian dimasukkan ke dalam bak asam atau basa dan matriks polimer akan membentuk goresan sepanjang lintasan untuk selanjutnya membentuk pori silinder yang sama dengan distribusi pori yang sempit.

#### 4. *Template leaching*

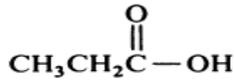
*Template leaching* merupakan teknik pembuatan membran berpori dengan cara melepaskan salah satu komponen (*leaching*). Contoh pembuatan membran dengan metode ini yaitu membran gelas berpori.

## 5. *Inversi fasa*

*Inversi fasa* merupakan metode pembuatan membran dengan proses pengubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi padatan dengan kondisi terkendali. Proses pemadatan (solidifikasi) ini diawali dengan transisi dari fasa cair ke fasa dua cairan (*liquid-liquid demixing*). Pada proses *demixing*, salah satu fasa cair (fasa polimer konsentrasi tinggi) akan memadat sehingga terbentuk matriks padat.

### 2.4 Asam Propionat

Asam propionat merupakan asam karboksilat dengan rumus molekul  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ . Asam propionat adalah cairan tidak berwarna yang mudah terbakar, volatil dan bersifat korosif. Asam ini memiliki berat molekul sebesar 74,08 g/mol dengan titik didih dan titik leleh sebesar  $140,99^\circ\text{C}$  dan  $-20,8^\circ\text{C}$ . pH asam propionat mencapai 5 (asam) dan memiliki berat jenis sebesar  $0,9954 \text{ g/cm}^3$ . Kemurnian asam propionat mencapai 100%. Asam karboksilat jenis ini dapat larut dalam air terutama dalam air dingin [12].



Struktur Asam Propionat [14]

Asam propionat yang termasuk asam karboksilat memiliki interaksi dipol-dipol karena memiliki ikatan C-O dan O-H yang bersifat polar. Selain itu terdapat ikatan hidrogen antarmolekul karena terdapat atom H yang terikat pada atom O yang bersifat elektronegatif [13].

### 2.5 Karakterisasi Bahan Baku

#### 2.5.1 Uji Kelarutan

Kelarutan merupakan jumlah maksimum zat terlarut yang dapat larut dalam pelarut pada temperatur tertentu. Secara kualitatif, makna dari kelarutan adalah interaksi spontan antara dua atau lebih senyawa untuk membentuk dispersi molekuler yang homogen. Dalam pembuatan membran menggunakan metode inversi fasa harus memiliki pelarut yang sesuai. Untuk menentukan kelarutan suatu pelarut dapat dilihat dari parameter kelarutan. Parameter kelarutan

merupakan hasil akar dari kepadatan energi kohesif, yang dirumuskan sebagai berikut [14, 15] :

$$\delta = \left(\frac{\Delta E}{V}\right)^{1/2} \quad 2.1$$

Untuk parameter kelarutan dari pelarut campuran ( $\delta_{mix}$ ) dihitung dengan rumus [16] :

$$\delta_{mix} = \frac{x_1 V_1 \delta_1 + x_2 V_2 \delta_2}{x_1 V_1 + x_2 V_2} \quad 2.2$$

Dimana :

$x_1$  dan  $x_2$  = fraksi mol komponen 1 dan 2

$V_1$  dan  $V_2$  = volume molar komponen 1 dan 2

$\delta_1$  dan  $\delta_2$  = parameter kelarutan komponen 1 dan 2

Hansen (1967) telah mengembangkan parameter system kelarutan 3 dimensi berdasarkan asumsi bahwa energy penguapan yakni energy kohesif  $\Delta E_t$  yang mengikat cairan berasal dari sumbangan gaya disperse London  $\Delta E_d$ , gaya Polar  $\Delta E_p$ , dan gaya ikatan hydrogen  $\Delta E_h$ .

$$\Delta E_t = \Delta E_d + \Delta E_p + \Delta E_h \quad 2.3$$

Persamaan ini dibagi dengan volume molar menjadi:

$$\Delta E_t/V = \Delta E_d/V + \Delta E_p/V + \Delta E_h/V \quad 2.4$$

atau

$$\delta = \sqrt{(\delta_d^2 + \delta_h^2 + \delta_p^2)} \quad 2.5$$

**Tabel 2. 1** Parameter Hansen<sup>a,b</sup> untuk pelarut pada 25 °C

Liquid	$\delta_d$ (cal/cm <sup>3</sup> ) <sup>1/2</sup>	$\delta_p$ (cal/cm <sup>3</sup> ) <sup>1/2</sup>	$\delta_h$ (cal/cm <sup>3</sup> ) <sup>1/2</sup>
Acetic acid	6.8	6.0	9.2
Acetone	6.3	4.8	5.4
Benzene	7.9	4.2	2.0
1-Butanol	7.8	2.8	7.7
Chloroform	5.4	6.7	3.1
Cyclohexane	8.0	1.5	0.0
1,4-Dioxane	8.0	4.9	3.9
Dioctyl phthalate	8.1	3.4	1.5
Ethyl acetate	6.5	4.2	4.3
Ethylene glycol	4.9	7.4	14.6
Glycerol	4.5	7.5	15.3
<i>n</i> -Hexane	7.3	0.0	0.0
Methyl ethyl ketone	7.8	4.4	2.5
Methanol	7.4	6.0	10.9
Nitrobenzene	8.6	6.8	0.0
Tetrahydrofuran	8.2	2.8	3.9
Toluene	8.0	3.9	0.8
Water	5.9	11.1	19.7
<i>m</i> -Xylene	8.1	3.5	1.2

<sup>a</sup>Source: "Tables of Solubility Parameters", 3rd Ed., Chemicals and Plastics Research and Development Dept., Union Carbide Corporation, Tarrytown, N.Y., 1975. <sup>b</sup>SI value of a parameter in MPa<sup>1/2</sup> is obtained by multiplying the value in (cal/cm<sup>3</sup>)<sup>1/2</sup> by 2.045.

Jarak suatu koordinat (d) pelarut i dari titik pusat kelarutan polimer bola j dinyatakan dengan rumus

$$d = [4(\delta_d^i - \delta_d^j)^2 + (\delta_p^i - \delta_p^j)^2 + (\delta_h^i - \delta_h^j)^2]^{1/2} \quad 2.6$$

Jika  $d < R$ , dimana R jari-jari polimer bola maka pelarut i melarutkan polimer j dengan sangat tinggi.

**Tabel 2. 2** Parameter Hansen dan Antaraksi jari-jari (R) Beberapa Polimer dan Resin <sup>a,b</sup>

Polymer	$\delta_d$ (cal/cm <sup>3</sup> ) <sup>1/2</sup>	$\delta_p$ (cal/cm <sup>3</sup> ) <sup>1/2</sup>	$\delta_h$ (cal/cm <sup>3</sup> ) <sup>1/2</sup>	R (cal/cm <sup>3</sup> ) <sup>1/2</sup>
Acrylonitrile-buta- diene elastomer	9.1	4.3	2.0	4.7
Cellulose acetate	9.1	6.2	5.4	3.7
Epoxy resin	10.0	5.9	5.6	6.2
Nitrocellulose	7.5	7.2	4.3	5.6
Polyamide	8.5	-0.9	7.3	4.7
Polyisoprene	8.1	0.7	-0.4	4.7
PMMA	9.1	5.1	3.7	4.2
Polystyrene	10.4	2.8	2.1	6.2
Poly(vinyl acetate)	10.2	5.5	4.7	6.7
Poly(vinyl chloride)	8.9	3.7	4.0	1.7
SBR	8.6	1.7	1.3	3.2

<sup>a</sup>Data from Hansen and Beerbower, 1971. <sup>b</sup>SI value in MPa<sup>1/2</sup> is obtained by multiplying the value in (cal/cm<sup>3</sup>)<sup>1/2</sup> by 2.045.

### 2.5.2 Indeks Swelling

*Swelling* melibatkan perubahan bentuk karena meningkatnya volume sampel. Hal ini karena jaringan mengabsorpsi pelarut hingga mencapai kesetimbangan. Terdapat 2 macam *swelling*, yaitu *swelling* terbatas dan *swelling* tidak terbatas. *Swelling* tidak terbatas yaitu *swelling* yang terjadi secara spontan selama pelarutan atau *swelling* yang terjadi sampai polimer larut. Sedangkan *swelling* terbatas yaitu *swelling* yang terjadi interaksi polimer dengan pelarut atau terjadi *swelling* tapi tidak sampai larut. Setelah *swelling* terbatas, struktur sampel sebagai bagian dari partikel (serat) atau sebagai film akan dipertahankan walaupun terjadi peningkatan sampel karena absorpsi dari agen *swelling* dan perubahan signifikan dari sifat fisiknya [17].

Indeks *swelling* tidak akan menyebabkan ikatan kimia putus dalam rantai polimer namun hanya mengganggu pada ikatan intermolekuler saja. Derajat *swelling* dapat dihitung melalui persamaan dibawah ini :

$$\text{Indeks swelling} = \frac{\text{massa akhir} - \text{massa awal}}{\text{massa akhir}}$$

### 2.5.3 Penentuan berat jenis

Massa jenis atau densitas ( $\rho$ ) didefinisikan sebagai massa per satuan volume. Jika sebuah bahan yang materialnya homogen

bermassa  $m$  memiliki volume  $V$ , maka densitas dapat dihitung menggunakan persamaan.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

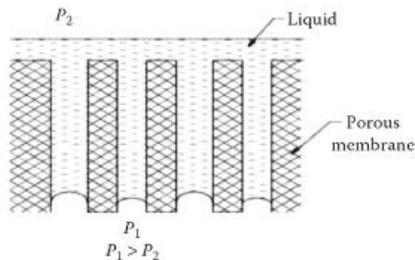
Nilai densitas dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan porositas suatu material padatan. [18].

### 2.5.4 Bubble Point

*Bubble point* merupakan metode sederhana yang biasa digunakan untuk menentukan ukuran pori membran dan distribusi ukuran pori. *Bubble point* didasarkan pada prinsip bahwa tekanan yang dibutuhkan untuk gelembung udara melewati pori-pori adalah berbanding terbalik dengan ukuran pori yang dijelaskan oleh persamaan Laplace :

$$r_p = \frac{2\gamma \cos \theta}{\Delta P}$$

dimana  $\Delta P$  adalah perbedaan tekanan yang melewati membran.  $\gamma$  adalah tegangan permukaan pada antarmuka cair/udara.  $\theta$  adalah sudut kontak antara dua cairan/dinding pori membran. Gelembung udara akan muncul melalui pori-pori yang terbesar karena tekanan udara yang diberikan ditingkatkan secara bertahap. Tekanan yang ditingkatkan berturut-turut menyebabkan udara melewati pori-pori yang lebih kecil. Metode ini cocok untuk karakterisasi makro pori dan dapat diterapkan untuk membran ultrafiltrasi [19].



**Gambar 2. 2** Prinsip dan Metode Bubble Point [19].