



## Pembuatan Film Selulosa dari *Nata de Pina*

Iskandar\*, Muhammad Zaki, Sri Mulyati, Umi Fathanah, Indah Sari, Juchairawati

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Syech Abdurrahuf No. 7, Darussalam, Banda Aceh, 23111

\*E-mail: asriskyad@yahoo.com

### Abstract

Preparation of cellulose film from *nata de pina*, a product of pineapple fermentation, using *acetobacter xylinum* was done at room temperature for 15 days. The aim of the research is to investigate the effect of sugar concentration and pH on film quality. The fermentation run at sugar concentration of 0, 5, 7.5, 10 and 12.5% and at pH of 3, 5 and 7. Results show that the best *nata de pina* was obtained at sugar concentration of 10% and pH 5. At these conditions, maximum *nata* precipitates rendement was 26,80%, with a moisture content of 80,55%, and the thickness of 3,30 cm. The product *nata* then can be used to produce cellulose film. The characteristic of the produced film were 8,20 Kgf/mm<sup>2</sup> and 11,71% for maximum tensile strength and elongation, respectively.

*Keywords:* *acetobacter xylinum*, film, *nata de pina*, selulosa

### 1. Pendahuluan

Buah nenas selain dikonsumsi sebagai sari buah, selai, sirup, juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *nata de pina*. Pengembangan *nata de pina* menjadi *film* sangat menarik untuk dimanfaatkan, salah satunya yaitu untuk kemasan pangan. Lebih lanjut, buah nenas juga dapat dikembangkan menjadi membran selulosa dan plastik *biodegradable*. Hal ini dikarenakan *film* selulosa bersifat *biodegradable*, sehingga dapat terdegradasi dan ramah lingkungan.

Dalam pembuatan *film* selulosa dari *nata de pina* ini melibatkan bakteri *Acetobacter xylinum* subs. *xylinum*. Bakteri ini dapat tumbuh dan berkembang biak dalam media cair nenas karena mengandung nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri dan pembentukan jaringan *nata* (Heryawan, 2004).

Mikroorganisme yang telah lama dikenal sebagai penghasil selulosa adalah dari golongan bakteri terutama *Acetobacter*. *Acetobacter xylinum* merupakan bakteri berbentuk batang pendek, yang mempunyai panjang 2 mikron dengan permukaan dinding yang berlendir. Bakteri ini biasanya membentuk rantai pendek dengan satuan 6-8 sel dan menunjukkan gram negatif. Sifat yang paling menonjol dari bakteri ini adalah memiliki kemampuan untuk mempolimerisasi glukosa sehingga menjadi selulosa. Selanjutnya selulosa tersebut membentuk matrik yang dikenal sebagai *nata* (Heryawan,

2004). Penggunaan mikroba untuk industri makanan telah lama dikenal, seperti pembuatan cuka, roti, *yoghurt*, *nata* dan lain-lain. Banyak makanan yang dapat dihasilkan dari fermentasi mikroba antara lain dari bakteri *Acetobacter xylinum*, salah satunya adalah *nata*. *Nata* adalah biomassa yang sebagian besar terdiri dari selulosa, berbentuk agar dan berwarna putih seperti gel. *Nata* biasanya terbuat dari air kelapa yang disebut dengan *nata de coco*, sedangkan yang terbuat dari sari buah nenas disebut *nata de pina*. *Nata de pina* merupakan serat selulosa di permukaan medium nenas dari hasil metabolisme bakteri *Acetobacter xylinum* yang mempunyai aktivitas dapat memecah gula untuk mensintesa selulosa ekstra-seluler. Selulosa yang terbentuk berupa benang-benang yang bersama-sama dengan polisakarida berlendir membentuk suatu jalinan yang terus menebal menjadi lapisan *nata*. Selain itu, dibandingkan dengan polimer dari mikroba lainnya, *nata* memiliki beberapa keunggulan, yaitu memiliki sifat fisik mekanik yang tinggi, dan kemurniannya lebih unggul dibandingkan selulosa kayu (Masaoka dkk., 1993).

Keuntungan *film* selulosa adalah dapat melindungi produk pangan, penampakan asli produk dapat dipertahankan, *film* terbuat dari material-material yang dapat diperbaharui (*renewable source*), yaitu dari senyawa-senyawa organik yang dihasilkan dari bagian tanaman seperti selulosa, sutera, pati dan protein (Kinzel, 1992).

Tujuan penelitian pembuatan *film* dari *nata de pina* adalah untuk mengetahui pengaruh *nata* yang dihasilkan oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dari fermentasi sari buah nanas, untuk menilai proses fermentasi berdasarkan keadaan pengkulturan yang berbeda. Dan untuk menentukan kuat tarik (*tensile strength*) dan elongasi pada *film nata de pina*. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang potensi nanas dan bakteri *Acetobacter xylinum* sebagai bahan baku pembuatan *film* untuk kemasan pangan dan juga dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya seperti membran selulosa dan plastik *biodegradable*.

## 2. Metodologi

### 2.1 Bahan Dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah buah nanas, Air bibit *Acetobacter aceti* sub sp *xylinum*, glukosa, asam asetat glasial 99,8%, aquadest, urea, dan NaOH. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah Blender, pisau, Gelas ukur 500 ml (Pyrex), Erlenmeyer 1000 ml (Pyrex), Pipet Volume 25 ml (Pyrex), Timbangan digital (Sartorius), Wadah fermentasi (cetakan aluminium ukuran: 10 cm x 5 cm x 5 cm), Aluminium Foil, pH meter (Hanna), kain kasa, isolasi, penggaris besi, Hot Plate (Yamato, MH 800), Magnetic Stirer, Oven (Gallenkamp), Desikator (Pyrex), Autoclave (ALP), Clean Bench (Dalton), Hidraulic Pressure Press (Rakitan PUSLIT Kakao, Indonesia-Jember) dan Autograph (Shimadzu, ASTM Method D-882).

### 2.2 Prosedur Percobaan

#### a. Persiapan Cairan Bibit

Cairan bibit sebagai starter adalah mikroba *Acetobacter aceti* subsp *xylinum* dalam bentuk cair yang berumur 6 hari. Dalam memperbanyak bibit dilakukan dari perbanyak bibit yang sudah ada. Urutan proses memperbanyak bibit adalah sebagai berikut:

1. Dibiarkan air kelapa hingga kotorannya mengendap. Selanjutnya, disaring menggunakan kain kasa dan dipanaskan 1000 ml air kelapa dalam erlenmeyer di atas *hot plate* pada kecepatan pengaduk 4 rpm dengan suhu 100°C selama ± 10 menit dengan menggunakan *magnetic stirer*.
2. Ditambahkan asam asetat glasial sebanyak 20 ml, gula pasir sebanyak 50 gram, dan urea sebanyak 0,5 gram kemudian ditutup dengan *aluminium foil*.

3. Larutan tersebut selanjutnya di *autoclave* pada suhu 121 °C selama 15 menit.
4. Setelah dingin, larutan tersebut dituangkan ke dalam wadah fermentasi kemudian ditambahkan 10% *starter* (100 ml).
5. Larutan ditutup kembali dengan *aluminium foil* dan direkatkan dengan isolasi serapat mungkin.
6. Disimpan wadah-wadah tersebut pada suhu kamar (30°C) selama 1 minggu. Selama penyimpanan, wadah tidak boleh diguncang, supaya *nata* tumbuh dengan baik. Setelah itu bibit siap digunakan.

#### b. Proses Pembuatan *Nata de Pina*

1. Buah nanas dikupas lalu dicuci hingga bersih kemudian diblender. Setelah itu, disaring menggunakan kain kasa hingga ampas terpisah dari sarinya. Sari yang diperoleh dicampur dengan aquadest dengan perbandingan 1:3.
2. Larutan tersebut dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian ditambahkan asam asetat glasial sebanyak 20 ml, urea 0,5 gram dan gula pasir sesuai konsentrasi masing-masing, ditutup dengan *aluminium foil*. Lalu diaduk di atas *hot plate* dengan kecepatan pengaduk 4 rpm selama ± 10 menit menggunakan *magnetic stirer*.
3. Larutan tersebut selanjutnya di *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit.
4. Setelah dingin, larutan tersebut dituangkan ke dalam wadah fermentasi kemudian di set pH pada 3, 5 dan 7 dengan penambahan larutan *buffer* yaitu NaOH (basa kuat) dan CH<sub>3</sub>COOH (asam lemah).
5. Setelah itu, diinokulasikan dengan *starter Acetobacter aceti* subsp. *xylinum* yang berumur 6 hari lalu ditutup kembali dengan *aluminium foil* dan disimpan didalam *inkubator* pada suhu kamar (30°C) selama 15 hari. Selama fermentasi berlangsung wadah tidak boleh diguncang.
6. Dianalisis rendemen (%), kadar air (%), dan ketebalan lapisan *nata* (cm).

#### c. Proses Pembuatan *Film*

1. *Nata* yang diperoleh dari hasil fermentasi kemudian dicuci terlebih dahulu sampai bersih dari bakteri dan sisa-sisa medium fermentasi dengan air mengalir.
2. *Nata* yang telah dibersihkan kemudian ditekan pada tekanan 300 Psi dengan *Hidraulic Power Press* untuk mengeluarkan airnya.
3. Setelah *nata* di *press* menghasilkan lembaran tipis yang berupa *film*, lalu dibersihkan kembali kemudian dikering-

kan dengan oven pada temperatur 125 °C selama 10 menit.

4. *Film* dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator selama  $\pm$  15 menit.
5. Lembaran *film* yang telah kering dipotong dengan ukuran 7 x 3,5 cm sehingga membentuk spesimen untuk menguji kuat tarik.

### 2.3 Analisis Hasil Mutu *Nata de Pina*

#### a. Ketebalan Lapisan *Nata*

Uji ketebalan dilakukan dengan menggunakan penggaris besi dan nilai ketebalan yang didapat merupakan rata-rata dari lima tempat yang berbeda (Heryawan, 2004)

#### b. Rendemen

*Nata de pina* yang terbentuk diambil lalu ditiriskan selama 5 menit atau sampai air yang menetes minimum lalu ditimbang dan rendemen dihitung dengan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat nata yang dihasilkan}}{\text{berat bahan}} \times 100\%$$

#### c. Kadar Air *Nata*

*Nata de pina* yang dihasilkan lalu ditiriskan selama 5 menit (sampai tetesan air minimum). Setelah itu, dilakukan pengepresan untuk mengurangi kadar air *nata de pina* dengan tekanan 300 Psi, lalu diovenkan pada suhu 125°C selama 10 menit (Rahadian, 2000). Kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit sampai tercapai berat yang konstan. Kadar air dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal (sampel)}} \times 100\%$$

Catatan: Berat awal = berat basah  
Berkas akhir = berat kering

#### d. pH

Untuk sampel yang berbentuk larutan homogen yang tidak terlarut pekat, maka penentuan pH-nya dapat secara langsung dengan menggunakan pH meter.

#### e. Uji Kuat Tarik dan Elongasi

*Nata de pina* hasil fermentasi direbus dan dicuci terlebih dahulu sebelum diolah lebih lanjut sehingga bersih dari bakteri dan sisa-sisa medium fermentasi. Semakin tebal *nata*

yang dibersihkan, semakin banyak pencucian yang harus dilakukan. *Nata* yang dikeringkan dengan cara ditekan pada tekanan 300 Psi untuk mengeluarkan airnya, sambil dipanaskan pada suhu tertentu sehingga membentuk lembaran. Lembaran *nata* yang telah kering dipotong sehingga membentuk spesimen untuk menguji kuat tarik.

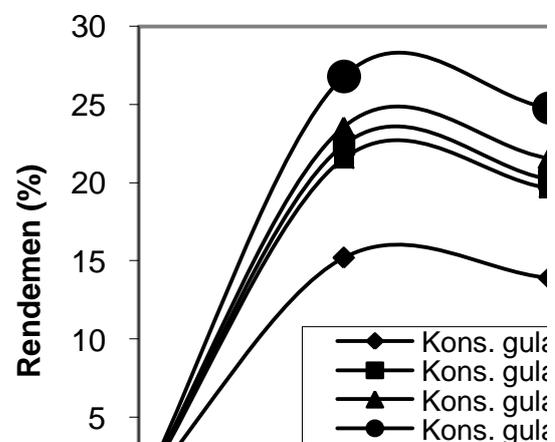
### 3. Hasil dan Pembahasan

Karakterisasi *nata de pina* dan *film* dilakukan untuk mengetahui kualitas dari selulosa *film* yang dihasilkan dari *nata de pina* tersebut. Adapun karakterisasi *nata de pina* yang ditinjau pada penelitian ini adalah rendemen (%), kadar air (%), dan tekstur ketebalan *nata* (cm), sedangkan untuk *film*, kuat tarik (*tensile strength*) dan *elongasi* (%) sangat mempengaruhi kualitas *film* yang dihasilkan.

#### 3.1 Karakteristik *Nata de Pina*

##### a. Rendemen

Rendemen merupakan hasil persentase pembagian antara berat *nata* yang dihasilkan dengan berat bahan. Semakin banyak konsentrasi gula yang ditambahkan ke dalam media, maka rendemen *nata* yang dihasilkan juga meningkat sampai batas konsentrasi tertentu (Heryawan, 2004). Begitu juga dengan pH, karena pH merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan pembentukan produk *nata*. Nilai pH cenderung berubah karena pengaruh sumber nitrogen dan karbon. Bakteri *Acetobacter xylinum* dapat hidup pada kondisi pH yang berkisar antara 3,5-5. Sedangkan pH optimum untuk pertumbuhan *Acetobacter xylinum* berkisar antara pH 5,4-6,3 (Hernawati, 1998).



Gambar 1. Hubungan antara konsentrasi gula dan pH terhadap rendemen *Nata de Pina*.

Gula sebagai sumber karbon, digunakan dalam proses fermentasi *nata* yang berasal dari senyawa karbohidrat yang tergolong monosakarida dan disakarida. Pada dasarnya penambahan konsentrasi gula yang berlebih, dapat mempengaruhi tekstur *nata* dan dapat mengakibatkan terbentuknya limbah baru berupa buangan dari sisa gula tersebut. Tetapi penambahan gula yang terlalu sedikit pun juga akan mengakibatkan *nata* yang dihasilkan tidak optimal karena sintesis enzim akan terganggu sehingga mengakibatkan metabolisme sel dalam bentuk *nata* (Heryawan, 2004). Hubungan antara pH dan konsentrasi gula terhadap rendemen *nata de pina* dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 memperlihatkan bahwa pada penambahan konsentrasi gula 10% menghasilkan rendemen maksimum yaitu 26,80% dan mengalami penurunan rendemen pada saat penambahan konsentrasi gula 12,5% yaitu 21,55%, sedangkan tanpa penambahan gula menghasilkan rendemen terendah yaitu 13,93%. Hal tersebut disebabkan karena pada saat penambahan konsentrasi gula 10% merupakan konsentrasi optimum bagi pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum*, sedangkan untuk penambahan gula di atas 10% menyebabkan terjadinya plasmolisis (dehidrasi) dalam sel-sel bakteri tersebut, sehingga menurunkan pembentukan selulosa dan juga menghasilkan rendemen yang rendah. Plasmolisis merupakan proses keluarnya air sel dari membran sitoplasma yang kemudian mengkerut dan terpisah dari dinding sel akibat konsentrasi osmotik medium jauh lebih tinggi dari pada sel mikroba itu sendiri. Gula merupakan sumber energi bagi pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum*, dimana konsentrasi gula atau jenis substrat mempengaruhi pertumbuhan sel dan pembentukan produk (Hernawati, 1998).

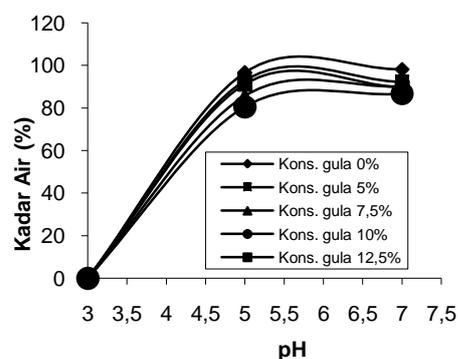
Pada penelitian ini, pH optimum yang diperoleh yaitu pada pH 5, karena kondisi ini menghasilkan rendemen maksimum yaitu 26,80% dan mengalami penurunan rendemen pada pH 7 yaitu 24,80%, pada penambahan konsentrasi gula 10%. Sedangkan pada pH 3 *nata* tidak dapat terbentuk karena pada pH tersebut kondisi media terlalu asam, sehingga tidak menghasilkan rendemen.

#### b. Kadar Air

Kadar air pada *nata* merupakan hasil persentase pembagian antara berat air yang

hilang dengan berat *nata* mula-mula (Rulianah, 2002). Kemampuan *Acetobacter xylinum* mengkonversi gula dengan baik menyebabkan air pada media fermentasi berkurang. Bahkan terkadang media menjadi kering. Semakin banyak gula yang ditambahkan dalam media fermentasi, maka menyebabkan kadar air menjadi turun sampai batas penambahan konsentrasi tertentu (Heryawan, 2004). Begitu juga dengan pH, karena pH merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan pembentukan produk *nata*. Nilai pH cenderung berubah karena pengaruh sumber nitrogen dan karbon. Bakteri *Acetobacter xylinum* dapat hidup pada kondisi pH yang berkisar antara 3,5-5. Hubungan antara pH dan konsentrasi gula terhadap kadar air *nata de pina* dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada penambahan konsentrasi gula 10%, diperoleh kadar air terendah yaitu 80,55% dan mengalami peningkatan kadar air pada saat penambahan konsentrasi gula 12,5% yaitu 91,15%, sedangkan tanpa penambahan gula menghasilkan kadar air tertinggi yaitu 98,17%. Hal tersebut disebabkan karena pada saat penambahan konsentrasi gula 12,5% menyebabkan terjadinya plasmolisis (dehidrasi) dalam sel-sel *Acetobacter xylinum*, sehingga menurunkan pembentukan selulosa dan menyebabkan kadar air meningkat.



**Gambar 2.** Hubungan antara konsentrasi gula dan pH terhadap kadar air *Nata de Pina*.

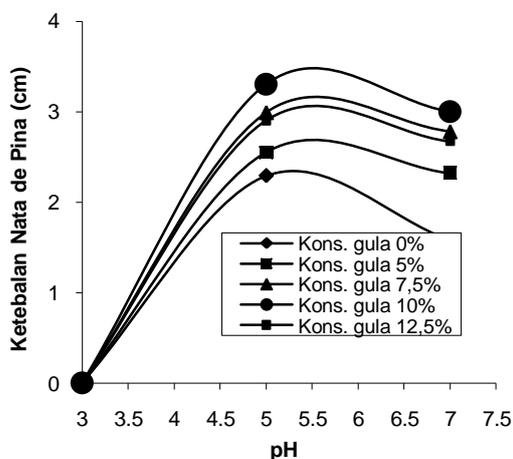
Pada penelitian ini, pH optimum yang diperoleh yaitu pada pH 5, karena pada kondisi ini diperoleh kadar air yang terendah yaitu 80,55% dan mengalami peningkatan kadar air pada pH 7 yaitu 86,75%, pada penambahan konsentrasi gula 10%. Sedangkan pada pH 3 *nata* tidak dapat terbentuk karena pada pH tersebut kondisi

media terlalu asam sehingga tidak diperoleh kadar air.

Pada penambahan konsentrasi gula sampai batas tertentu, pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* semakin optimal dan massanya akan bertambah besar untuk membentuk selulosa yang lebih banyak. Hal tersebut disebabkan oleh penambahan konsentrasi gula sebesar 10% merupakan kondisi optimum bagi bakteri untuk mengubah glukosa menjadi selulosa yang mengakibatkan selulosa yang terbentuk semakin tebal dan jaringan selulosa akan semakin rapat sehingga air yang terperangkap semakin kecil yang mengakibatkan kadar air turun (Heryawan, 2004; Gennadios, 1994; Buckle, dkk., 1987).

### c. Ketebalan

Tekstur merupakan suatu nilai yang menunjukkan ketebalan suatu bahan. Nilai tekstur dipengaruhi oleh nilai pH, seperti yang diketahui pH optimum untuk pertumbuhan *Acetobacter xylinum* yang berkisar antara pH 5,4–6,3 (Hernawati, 1998). Ketebalan *nata* meningkat seiring pertambahan pH. Pada pH 3 sampai dengan pH 5 ketebalannya meningkat dan menurun pada pH 7. Ini berarti pH 5 merupakan pH optimum pembentukan *nata*, sehingga pada pH 5 *nata* yang terbentuk kenyal dan baik. Namun pada pH 7 *nata* yang terbentuk sudah sedikit lembek. Sedangkan pada pH 3 *nata* tidak dapat terbentuk karena pada pH tersebut kondisi media terlalu asam (Iapuz dkk., 1967). Hubungan antara pH dan konsentrasi gula terhadap ketebalan *nata de pina* dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Hubungan antara konsentrasi gula dan pH terhadap ketebalan *Nata de Pina*.

Pada gambar 3 terlihat bahwa semakin banyak konsentrasi gula yang ditambahkan dalam media, maka ketebalan *nata* juga meningkat sampai batas konsentrasi 10%, sedangkan pada penambahan konsentrasi diatas 10% ketebalannya menurun. Pada penambahan konsentrasi gula 10% diperoleh ketebalan tertinggi yaitu 3,30 cm dan mengalami penurunan ketebalan pada saat tanpa penambahan konsentrasi gula yaitu 1,58 cm, sedangkan pada penambahan konsentrasi gula 12,5% diperoleh ketebalan yaitu 2,67 cm. Hal tersebut disebabkan karena pada saat penambahan konsentrasi gula 10% merupakan konsentrasi optimum bagi pertumbuhan *Acetobacter xylinum*, untuk mengubah glukosa menjadi selulosa, sehingga *nata* yang terbentuk lebih padat dan lebih kenyal, sedangkan untuk penambahan gula diatas 10% menyebabkan terjadinya plasmolisis (dehidrasi) dalam sel-sel *Acetobacter xylinum*, sehingga menu-runkan pembentukan selulosa dan diperoleh ketebalan yang rendah.

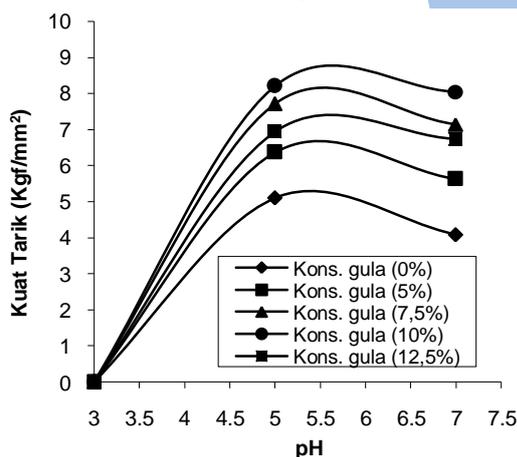
Gula merupakan sumber energi bagi pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum*, dimana konsentrasi gula atau jenis substrat mempengaruhi pertumbuhan sel dan pembentukan produk. Hasil pengamatan membuktikan bahwa *nata de pina* memiliki pH optimum yang sama dengan *nata de coco* yaitu pada pH 5. Selain itu hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa *nata* tidak bisa hidup pada pH yang terlalu asam. Sedangkan pada keadaan pH netral tekstur *nata* menjadi tidak bagus. Tekstur *nata* yang menurun pada pH 7 membuktikan bahwa pada pH netral mendekati basa, *nata* tidak mungkin untuk terbentuk lagi karena disebabkan oleh metabolisme sel bakteri yang semakin menurun (Hernawati, 1998; Awang, 1999; De ley, 1984).

Menurut Heryawan (2004) terjadinya peningkatan ketebalan *nata* erat kaitannya dengan aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum*. Dalam medium cairan *Acetobacter xylinum* dapat membentuk suatu lapisan yang mencapai ketebalan beberapa senti meter. Dengan demikian, pada konsentrasi gula 10% dan pH 5 merupakan kondisi optimum, dimana jumlah gula yang ditambahkan menjadi sumber nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengubah glukosa menjadi selulosa sehingga lapisan selulosa yang berupa selaput lendir hasil metabolisme akan semakin tebal.

### 3.2 Karakteristik Film

#### a. Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Kualitas suatu *film* sangat tergantung pada kekuatan tarik dan elongasi (perpanjangan) dari *film* tersebut. Kuat tarik merupakan salah satu sifat mekanis untuk mengukur kekuatan *film*. Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh *film* selama pengukuran berlangsung sampai *film* terputus, sehingga kuat tarik dari suatu *film* sangat berpengaruh terhadap kualitas dari *film* tersebut. Semakin tinggi kekuatan tarik suatu *film* maka semakin bagus kualitas dari *film* tersebut. Dalam hal ini, kekuatan *film* sangat dipengaruhi oleh kandungan selulosa pada penambahan konsentrasi gula ke dalam media cair untuk pembuatan *film*. Hubungan antara pH dan konsentrasi gula terhadap kuat tarik dapat dilihat pada Gambar 4. Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi gula ke



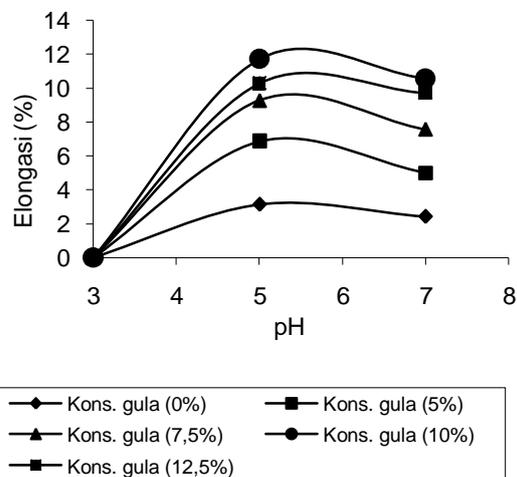
**Gambar 4.** Hubungan antara Konsentrasi Gula dan pH Terhadap Kuat Tarik *Nata de Pina*.

dalam media cair, maka kandungan selulosa meningkat sampai batas penambahan konsentrasi gula 10% dan akan mengalami penurunan pada penambahan konsentrasi gula diatas 10%, sedangkan tanpa penambahan konsentrasi gula tidak menghasilkan kandungan selulosa. Dengan begitu, semakin tinggi penambahan konsentrasi gula, maka semakin tinggi pula kekuatan tarik dari *film* tersebut. Pada konsentrasi gula 10%, pH 5 dan 7 diperoleh nilai kuat tariknya sebesar 8,20 dan 8,04 kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan pada konsentrasi 12,5%, pH 5 dan 7 diperoleh nilai kuat tarik sebesar 6,94 dan 6,73 kgf/mm<sup>2</sup>. Hal ini dipengaruhi oleh pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum*. Pada penambahan

konsentrasi gula 10%, kuat tarik yang dihasilkan semakin optimal dan massanya bertambah besar untuk membentuk selulosa yang lebih banyak. Kandungan selulosa juga meningkat sehingga kuat tarik *film* tersebut semakin elastis. Sedangkan untuk penambahan konsentrasi gula diatas 10% menyebabkan terjadinya plasmolisis dalam sel-sel *Acetobacter xylinum*, sehingga menurunkan pembentukan selulosa dan menyebabkan kuat tariknya menjadi rendah.

#### b. Elongasi

Nilai elongasi atau persen perpanjangan merupakan perubahan panjang maksimal *film* sebelum terputus. Nilai elongasi atau persen perpanjangan dari suatu *film* juga sangat berpengaruh terhadap kualitas dari *film* tersebut. Semakin tinggi persen elongasi dari suatu *film* maka semakin bagus kualitas dari *film* tersebut. Persen elongasi ini berbanding lurus dengan kuat tarik suatu *film* tersebut. Persen elongasi ini juga dipengaruhi oleh kandungan selulosa pada penambahan konsentrasi gula ke dalam media cair untuk pembuatan *film* (Dayanti, 2006). Hubungan antara pH dan konsentrasi gula terhadap elongasi dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Hubungan antara konsentrasi gula dan pH terhadap persen elongasi *Nata de Pina*.

Gambar 5 memperlihatkan bahwa semakin tinggi selulosa pada penambahan konsentrasi gula ke dalam media cair, maka semakin tinggi nilai elongasi dari *film* tersebut. Pada konsentrasi gula 10%, pH 5 dan 7 diperoleh nilai elongasi sebesar 11,71 dan 10,57%, sedangkan pada konsentrasi 12,5%, pH 5 dan 7 diperoleh nilai elongasi 10,29 dan

9,71%. Hal ini dipengaruhi oleh pertumbuhan bakteri *Aceto-bacter xylinum* karena pada penambahan konsentrasi gula 10%, massa yang dihasilkan bertambah besar untuk membentuk selulosa yang lebih banyak, maka kandungan selulosa juga meningkat sehingga menghasilkan persen elongasi yang maksimal. Sedangkan untuk penambahan konsentrasi gula diatas 10% menyebabkan terjadinya plasmolisis dalam sel-sel *Acetobacter xylinum*, sehingga menurunkan pembentukan selulosa dan menyebabkan persen perpanjangannya menjadi tidak maksimal. Berdasarkan data pada Gambar 3.5 menunjukkan nilai elongasi yang diperoleh berkisar antara 2,429-11,714%.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Peningkatan konsentrasi gula sampai batas 10% pada pH 5 dapat meningkatkan rendemen juga ketebalan *nata*, dan menurunkan kadar air. Namun pada konsentrasi gula diatas 10% dapat menurunkan rendemen juga ketebalan, dan kadar airnya meningkat.
2. Nilai kuat tarik *film* selulosa yang diperoleh antara 4,08-8,20 Kgf/mm<sup>2</sup>. Peningkatan konsentrasi gula sampai batas 10% pada pH 5 dapat meningkatkan nilai kuat tarik *film* selulosa yang dihasilkan. Namun pada konsentrasi gula diatas 10% dapat menurunkan nilai kuat tarik *film* selulosa.
3. Nilai persen elongasi *film* selulosa yang diperoleh antara 2,42-11,71%. Peningkatan konsentrasi gula sampai batas 10% pada pH 5 dapat meningkatkan nilai elongasi *film* selulosa yang dihasilkan. Namun pada konsentrasi gula diatas 10% dapat menurunkan nilai elongasi *film* selulosa.

#### Daftar Pustaka

- Anies, H. (2002) *Bahaya sampah plastik bagi kesehatan* <http://www.suaramerdeka.com/harian/0201/28/ragam1.htm>. Tanggal akses: 22 Oktober 2008.
- Awang, M. R. (1999) *Bahaya Bahan Kimia dalam Pembungkus Plastik*. Terdapat pada <http://www.prn2.usm.my/mainsite/bulletin/kosmik/1999/kosmik12.html>. Tanggal akses: 22 Oktober 2008.
- Buckle, K. A., Edwards, R. A., Fleet, G. H., Wooton, M. (1987) *Ilmu Pangan*, UI-Press, Jakarta.
- De Ley, J. (1984) *Acetobacteraceae Gillis and De Ley*, dalam Krieg, N. R., Holt, J. G.: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, edisi 1, Vol. 1, the Williams and Wilkins Co., Baltimore, 267-274.
- Dull, C. G. (1971) *The Pineapple General*, di dalam Hulmer. a. c. (ed), *The Biochemistry of Fruits and Their Product*, Academic Press, London, New York.
- Fornig, E. R., Anderson, S. M., Cannon, R. E. (1989) Synthetic medium for *acetobacter xylinum* that can be used for isolation of auxotrophic mutan and study of cellulose biosynthesis, *Applied and Environmental Microbiology*, 55, 1317-1319.
- Gennadios, A., McHugh, T. H., Weller, C. L., Krochta, J. M. (1994) Edible coating and film based on protein, dalam *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*; Krochta, J. M., Baldwin, E. A., Nisperros-Carriedo, N., Eds., Technomic Pub., USA, 201-278.
- Hestrin, S., Schramm, M. (1954) Synthetic of cellulose by *acetobacter xylinum* preparation of freeze dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose, *Biochemical Journal*, 58, 345-352.
- Heryawan, K. (2004) *Pengaruh Konsentrasi Gula dan Lamanya Waktu Fermentasi terhadap Mutu Nata de Pina*, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh.
- Hernawati, A. (1998) *Kajian Pengaruh pH, Jenis dan Konsentrasi Sumber Karbon pada Produksi Selulosa*, Fakultas Teknokogi Pertanian, IPB. Bogor.
- Kinzel, B. (1992) Protein-rich edible coatings for foods, *Agricultural research*, 20-21.
- Lapuz, M. M., Gollardo E. G., Palo M. A. (1967) The organism and culture requirements, characteristics and identity, *The Philippine Journal Science*, 98, 191 - 109.
- Masaoka, C., Ohe, T., Sakato, N. (1993) Production of cellulose from glucose by *acetobacter xylinum*. *Journal Fermentation Bioengineering*, 75, 18-22.