

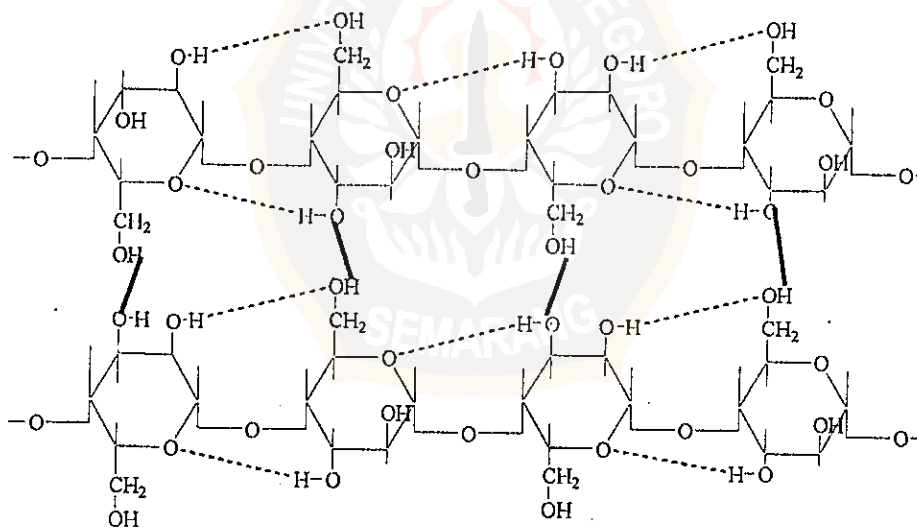
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Selulosa

Selulosa merupakan biopolimer yang paling melimpah di bumi dan merupakan bahan penting dalam ekonomi global. Selulosa banyak ditemukan di dalam dinding sel pelindung tumbuhan dan semua bagian berkayu dari jaringan tumbuhan. Selulosa juga merupakan senyawa paling banyak diantara semua biomolekul pada tumbuhan dan hewan (Lehninger, 1982).

Suatu molekul tunggal selulosa merupakan polimer lurus dari 1,4 β -D glukosa. Molekul- molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan mempunyai kecenderungan kuat membentuk ikatan hidrogen intramolekul dan intermolekul (Sjostrom, 1995).



Gambar 2.1 struktur selulosa dan ikatan hidrogen intermolekul(—) dan intramolekul (----) (Lehninger, 1982).

Kelarutan selulosa sangat rendah, meskipun demikian selulosa dapat mengembang pada pelarutan wilayah amorf (Billmeyer, 1984). Ketidaklarutan selulosa dalam air disebabkan oleh kekakuan rantai dan tingginya gaya antar rantai, yaitu ikatan hidrogen antar gugus hidroksil pada rantai yang berdekatan. Hal tersebut membuat kristalinitas selulosa tinggi (Coward, 1991). Tingginya derajat kristalinitas menyebabkan kekenyalan dan daya regang serat selulosa menjadi lebih besar dan mengakibatkan makanan yang mengandung selulosa lebih liat. Jika ikatan hidrogen berkurang, gaya antar rantai juga berkurang dan menyebabkan turunnya kristalinitas selulosa (deMan, 1997).

2.2. *Nata de Coco*

Nata De Coco merupakan makanan berserat yang kenyal dan transparan berupa gel dari proses fermentasi air kelapa oleh bakteri *Acetobacter Xylinum* (Inoi, 1999). *Nata de Coco* dibuat dengan menambahkan sukrosa dan asam asetat kedalam air kelapa yang kemudian diikuti oleh penambahan *Acetobacter Xylinum*.

Dalam kondisi yang sesuai akan diperoleh lapisan putih *nata de coco* pada medium. Rida Maulani (2002) menyatakan bahwa waktu maksimal pembuatan *Nata* adalah 8 hari dan dengan semakin banyak perkembangbiakan *Acetobacter xylinum*, semakin banyak selulosa yang terbentuk.

Pembentukan *nata de coco* terjadi karena proses pengambilan glukosa dari medium oleh sel-sel bakteri *nata de coco*. Dalam kondisi optimum, bakteri akan berkembang dan mampu mensekresikan selulosa sebagai membrane kokoh berwarna putih dan kenyal (Budhiono, 1999).

Tabel 2.1 komposisi nata de coco (Endang, 1993)

Komponen	%
Air	67.7
Protein	0
Lemak	0.2
Kalsium	12
Besi	5
Fosfor	2
Riboflavin	0.01
Glukosa	13,08
Thiamin	0.01

Beberapa faktor yang mempengaruhi pembuatan bioselulosa :

1. Tingkat keasaman

Selulosa terbentuk pada interval pH 4 sampai 5

2. Temperatur

Temperatur optimum media adalah 28 – 31 °C

3. Gula sebagai sumber karbon

Selulosa terbentuk pada pemakaian glukosa dan fruktosa dalam media

4. Sumber nitrogen

Sumber nitrogen yang biasa dipakai adalah diamonium fosfat

5. Faktor oksigen

Acetobacter Xylinum merupakan bakteri aerobik. Pada persediaan O₂ yang cukup, populasi sel *Acetobacter xylinum* bertambah dan mengakibatkan membran selulosa yang terbentuk juga bertambah.

Nata de coco sebagai produk fermentasi air kelapa oleh bakteri *Acetobacter xylinum*, dibuat dengan menyaring dan memanaskan air kelapa kemudian ditambah sukrosa, diamonium fosfat, dan asam asetat untuk

mengkondisikan media dalam kondisi asam, setelah dingin ditambah starter *Acetobacter xylinum*. (Rahman, 1992; Rahayu, 1993).

2.3 *Acetobacter Xylinum*

Acetobacter Xylinum adalah bakteri asetat. Bakteri tersebut mempunyai kemampuan untuk mengoksidasi etanol dan karbon menjadi asam asetat dan juga dapat mensintesis polisakarida yang terdiri dari unit-unit glukosa dengan ikatan 1,4 glikosida. Jika ditumbuhkan dalam medium larutan gula yang cocok *Acetobacter xylinum* dapat membentuk selulosa dalam bentuk membran putih kenyal pada permukaan media (Fardiaz, 1992).

Tahap-tahap perkembangan sel *Acetobacter xylinum* adalah sebagai berikut:

1. Fase induksi

Terjadi akumulasi asam glukonat disebabkan oksidasi glukosa yang dikonsumsi bakteri.

2. Akumulasi asam glukonat bertambah besar ketika hampir seluruh glukosa dikonsumsi. Pertambahan sel bakteri dimulai dan bertambah banyak.

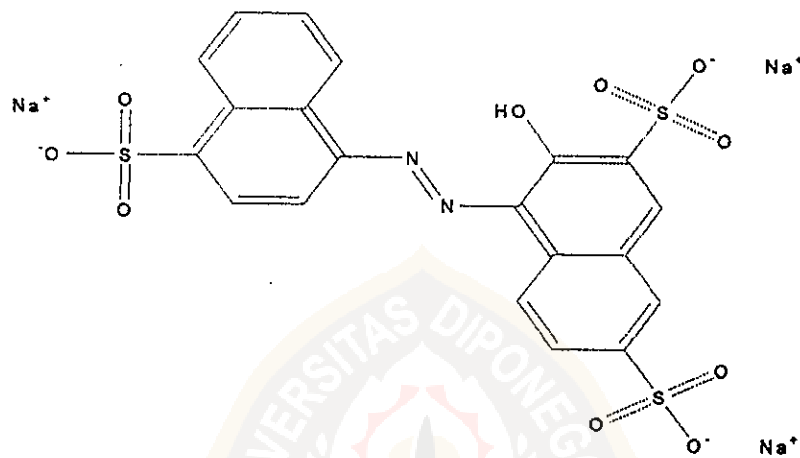
3. Sel bakteri semakin banyak sehingga selulosa mulai terbentuk.

4. Fase stasioner. Pertambahan sel bakteri dengan jumlah kematian sel seimbang dan selulosa tidak terbentuk lagi (Kook Yang, 1998).

2.4 Zat warna makanan Cochineal Red A (No Indeks 16255)

Penggunaan zat warna makanan di Indonesia diatur dalam SK Menteri Kesehatan RI tanggal 22 Oktober 1973 Nomor 11332/A/SK/73. Tetapi dalam peraturan itu belum dicantumkan tentang dosis penggunaannya dan tidak ada

sangsi bagi pelanggar terhadap ketentuan tersebut. Di negara-negara yang telah maju suatu zat pewarna sintetik harus melalui berbagai prosedur pengujian sebelum dapat digunakan sebagai zat pewarna makanan. Salah satu zat warna yang telah diijinkan pemakaiannya oleh Departemen kesehatan RI dengan No 263113051248 dengan colour indeks (CI) 16255 dan banyak dipasarkan di toko adalah pewarna yang diberi merk "Rajawali". Struktur dari zat warna itu adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2. Struktur Zat warna *Cochineal Red A* (Maxwell, 1982)

Nama kimia dari zat pewarna ini adalah 2,7-Naphthalene disulfonic acid, 3-hydroxy -4 -(4-sulfo-1-naphthalenyl) azo-, trisodium salt atau lebih dikenal dengan *Cochineal Red A* yang mempunyai rumus molekul ($C_{20}H_{14}N_2O_{10}S_3Na$). Senyawa zat warna ini mempunyai berat molekul sebesar 607,51 gram/mol (Maxwell, 1982). *Cochineal red A* larut dalam air dan tahan terhadap degradasi. Asam carmine merupakan pigmen warna dasar pada semua warna cochineal. Asam carmine akan mengendap pada basa alumunium atau

garam kalsium dan tidak larut dalam minyak. Penggunaan zat warna ini pada sekitar pH 4 (Guy C, 1995).

2.5 Spektroskopi Inframerah

Pada suhu kamar molekul-molekul organik bervibrasi, setiap ikatan mempunyai frekuensi vibrasi ulur dan tekuk yang karakteristik dan dapat menyerap sinar pada frekuensi tersebut. Vibrasi dua atom yang dihubungkan dengan ikatan kimia dapat disamakan dengan vibrasi dua bola yang dihubungkan suatu pegas. Frekuensi kedua atom tersebut menurut hukum Hooke dinyatakan sebagai:

$$\nu = \frac{1}{2\pi c} \left[\frac{k}{m_1 m_2 / (m_1 + m_2)} \right]^{1/2}$$

Dengan ν = frekuensi vibrasi

c = kecepatan cahaya (3×10^{10} cm/detik)

k = tetapan gaya untuk ikatan kimia yang bersangkutan

m_1, m_2 = massa dari dua atom

Letak pita atau puncak dinyatakan panjang gelombang atau dengan bilangan gelombang (cm^{-1}). Intensitas puncak dinyatakan dalam transmitansi (T) (Hardjono, 1991).

$$T = I / I_0$$

Dengan T = % Transmitansi

I_0 = Intensitas cahaya sebelum mengadakan interaksi dengan cuplikan

I = Intensitas cahaya sesudah mengadakan interaksi dengan cuplikan

Panjang gelombang eksak dari absorpsi oleh suatu tipe ikatan tertentu, bergantung pada macam getaran dari ikatan tersebut. Oleh karena itu tipe ikatan yang berlainan akan menyerap radiasi inframerah pada panjang gelombang karakteristik yang berlainan (Fessenden, 1990). Karena masing-masing ikatan memberi frekuensi vibrasi yang spesifik pada spektra maka spektra inframerah dapat digunakan untuk karakterisasi selulosa dan memungkinkan mengetahui apakah terjadi reaksi pada penambahan zat warna pada spektranya. (Sastrohamidjojo, 1992).

Spektroskopi IR untuk selulosa memiliki pita serapan pada daerah 3350–667 cm^{-1} . Pada tabel 2.2 berikut dapat terlihat gugus-gugus pada struktur selulosa yang memberikan serapan yang khas pada daerah IR.

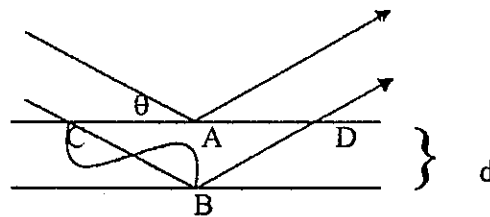
Tabel 2.2 Daerah serapan IR untuk selulosa (Sastrohamidjojo, 1992)

λ (cm^{-1})	Vibrasi gugus
3488 - 3175	O-H stretching intermolekul
1655 - 1600	O-H stretching intramolekul
2933 - 2850	CH_2 stretching
1319 - 1315	CH_2 wagging
1078 - 1000	C-OH
1162 - 1151	C - O - C
1365 - 1335	O-H Bending

2.6 Difraksi Sinar-X

Sinar-X dapat digunakan untuk menganalisis keteraturan atom atau molekul. Sinar-X adalah gelombang elektromagnetik, sama seperti gelombang cahaya tetapi memiliki panjang gelombang lebih pendek. Sinar-X dihasilkan dari

penembakan logam dengan elektron energi tinggi. Radiasi elektromagnetik memberikan efek interferensi dengan struktur yang berukuran sebanding dengan panjang gelombang radiasi. Jika struktur tertata secara teratur atau membentuk kisi radiasi pada kondisi eksperimen tertentu akan mengalami penguatan dan pengetahuan tentang kondisi eksperimen itu, memberikan informasi berharga tentang penataan dalam struktur.



Gambar 2.3 Pemantulan sinar-X oleh bidang kristal (Cowd, 1991)

Jika gelombang pantulan masih sefase dengan gelombang datang maka tambahan jarak yang dilalui gelombang yang lebih bawah harus sama dengan kelipatan bulat dari panjang gelombang, $CB + BD = n\lambda$, dengan n adalah bilangan bulat. Karena $AB = d$ (jarak antar kisi), maka $CB = BD = d \sin \theta$

Dengan perkataan lain:

$$CB + BD = 2d \sin \theta \quad \text{atau} \quad 2d \sin \theta = n \lambda$$

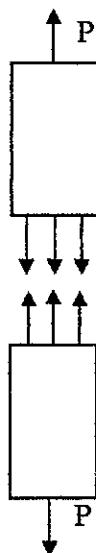
Persamaan diatas disebut persamaan Bragg, dan penguatan maksimum terjadi untuk harga θ tertentu yang bersesuaian dengan $n = 1, 2, 3$ dst. Berkas sinar-X yang dihamburkan dikenali atas dasar pengaruhnya pada film atau plat foto. Dalam eksperimen hamburan sinar, dipakai sinar -X monokromatis. Kristal akan memberikan hamburan yang kuat jika arah bidang kristal terhadap berkas sinar-X (sudut θ) memenuhi persamaan Bragg. Kristal yang ditempatkan secara

acak dalam berkas sinar-X jarang memenuhi kondisi ini. Tetapi jika kristal diputar maka arah yang bersesuaian dengan bidang penghambur akan diperoleh, menghasilkan berkas yang menghambur kuat. Jika berkas terhambur itu dilewatkan pada film atau plat foto akan diperoleh pola bercak, dan pengukuran pola hamburan sinar-X memberikan informasi tentang dimensi kisi (Cowd, 1991).

2.7 Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik (*tensile strength*) adalah ukuran besar gaya yang diperlukan untuk mematahkan atau merusak suatu bahan. Kekuatan tarik suatu bahan ditetapkan dengan membagi gaya maksimum dengan luas penampang mula, dimensinya sama dengan tegangan σ (Van vlack, 1995).

Apabila sepasang gaya tarik aksial menarik suatu batang, akibatnya batang ini cenderung menjadi meregang atau bertambah panjang, maka gaya tersebut dinamakan gaya tarik. Contoh kondisi ini ditunjukkan pada gambar 2.4. Pada sebuah batang bekerja sepasang gaya tarik P. Jika suatu bagian dipotong dari batang ini, tegangan dalam terlihat dan merupakan tegangan tarik dimana tegangan tersebut tentulah menarik masing-masing ujung batang sebagaimana bagian yang diambil.



Gambar 2.4 Kekuatan tarik (Sebayang, 1983)

Luas yang mengalami tegangan masing-masing ditinjau adalah suatu permukaan bidang yang terletak normal terhadap arah tegangan. Pada umumnya bidang ini adalah potongan penampang dari batang yang mengalami tegangan dan tegangan secara umum dianggap terdistribusi secara merata disepanjang luas tersebut (Sebayang, 1983).

