

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Nata de Soya*

Nata berasal dari bahasa Spanyol yang berarti krim (*cream*). Dari segi struktur, nata adalah selulosa yang dibentuk oleh bakteri asam cuka selama pertumbuhannya. Bentuknya menyerupai agar-agar dengan tekstur agak kenyal mendekati kekerasan kolang-kaling dan dapat dibuat dari bahan seperti air kelapa, sari nenas dan sari buah lainnya serta limbah cair tahu. Produk nata dinamai menurut bahan baku yang digunakan, seperti *nata de coco* untuk produk nata dari air kelapa dan *nata de pina* yang terbuat dari sari buah nenas. Jadi *nata de soya* adalah krim yang berasal dari air kedelai (Anonim, 1996).

Kelebihan serat dari *nata de soya* dibandingkan dengan serat dari bakteri yang lain adalah selain biaya produksinya rendah, komponen utama serat tersebut adalah selulosa murni sehingga mudah untuk diisolasi. Seperti juga serat-serat selulosa yang lain, serat *nata de soya* tidak mengandung fitat sehingga cocok untuk digunakan sebagai produk *dietary supplement*, karena fitat dapat mengganggu proses penyerapan mineral dan vitamin dalam usus (Laily, 2003).

#### 2.2 Limbah Tahu

Tahu merupakan suatu produk yang terbuat dari hasil penggumpalan protein kedelai. Dalam proses pembuatan tahu, kecuali kedelai juga diperlukan air dalam jumlah yang cukup banyak. Sedangkan hasil utama yang selama ini dimanfaatkan

untuk pangan adalah tahu yang bentuknya merupakan padatan. Hasil samping yang belum dimanfaatkan secara maksimum adalah limbah padat dan limbah cair. Limbah padat dan cair ini merupakan sisa dari proses pengolahan tahu yang tidak bisa dihindari (dikurangi), karena dalam pengolahan tahu diperlukan jumlah yang sudah tertentu.

Pemanfaatan limbah pengolahan tahu sampai saat ini baru limbah padatnya saja. Limbah cair tahu karena masih mengandung bahan-bahan organik (protein, lemak, dan karbohidrat) yang mudah busuk, maka dalam proses selanjutnya akan menimbulkan bau busuk dan mencemari saluran air yang akan tersebar mengikuti aliran air. Jumlah limbah cair yang dihasilkan dari pengolahan 1 kg kedelai untuk pembuatan tahu dapat mencapai 19 liter (Anonim, 1996).

Tabel 2.1: Hasil analisis kimia limbah cair tahu (Nilawati, 1997)

Parameter	Lama penyimpanan limbah cair tahu		
	0 hari	1 hari	2 hari
Keasaman total (%)	3,960	5,480	5,980
Protein (%)	0,680	0,480	0,340
Lemak (%)	0,029	0,020	0,017
Karbohidrat (%)	4,330	3,770	0,710
pH	4,120	3,840	3,800

### 2.3 *Acetobacter xylinum*

*Acetobacter xylinum* adalah bakteri asam asetat, tergolong famili *pseudomonasceae* dan termasuk genus *acetobacter*. Bakteri ini mempunyai kemampuan untuk mengoksidasi etanol dan karbon menjadi asam asetat, dapat

mensintesis polisakarida yang terdiri dari unit-unit glukosa dengan ikatan 1-4 glukosidik dan jika ditumbuhkan dalam media yang cocok, akan memproduksi selaput tebal pada permukaan medium. Sel tebal tersebut mengandung 35-62 % selulosa. Bakteri itu sendiri terperangkap di dalam massa fibrial yang dibuatnya sendiri.

Dalam fermentasi nata, *Acetobacter xylinum* akan mensintesa gula dalam medium menjadi selulosa dari nata yang kita inginkan. pH medium yang baik berkisar 4-4,5 dengan temperatur 28-30° C. Pada masa pemeraman ini, sebagai hasil ikutan adalah terbentuknya cuka yang menurunkan pH medium sampai 2,5-3,0. Pada pH ini, *Acetobacter xylinum* akan unggul terhadap bakteri lain, terutama bakteri pembusuk yang akan menghambat pertumbuhan nata.

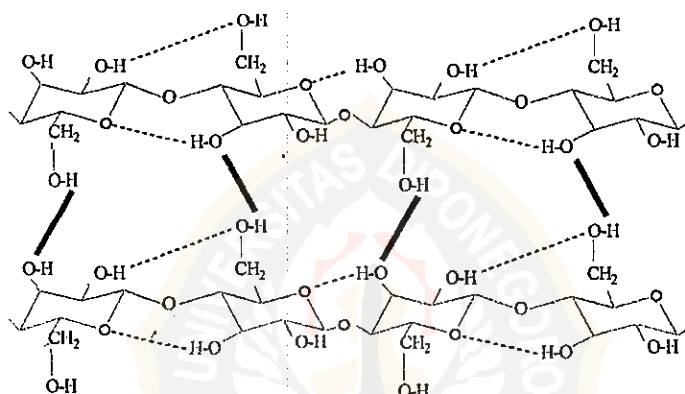
*Acetobacter xylinum* yang ditumbuhkan dalam wadah bergoyang akan kehilangan kemampuannya membentuk pelikel. Tetapi bila ditumbuhkan kembali dalam keadaan tenang, dapat membentuk pelikel kembali (Valla, 1982). Hal lain lagi adalah walau *Acetobacter xylinum* adalah bakteri aerob, tetapi sebenarnya dari penelitian bakteri ini juga bersifat fakultatif, sehingga dalam pembuatan nata ini perlu ada penutup (Yudiarti, 1996).

## 2.4 Selulosa

Selulosa adalah senyawa seperti serabut, liat, tidak larut di dalam air, dan ditemukan di dalam dinding sel pelindung tumbuhan, terutama pada tangkai, batang, dahan, dan semua bagian berkayu dari jaringan tumbuhan. Selulosa tidak hanya merupakan polisakarida struktural ekstrasellular yang paling banyak dijumpai pada

dunia tumbuhan, tetapi juga merupakan senyawa yang paling banyak di antara semua biomolekul pada tumbuhan atau hewan (Lehninger, 1982).

Selulosa merupakan homopolisakarida yang tersusun atas unit-unit  $\beta$ -D-glukopiranososa yang terikat satu sama lain dengan ikatan-ikatan glikosida (1,4). Molekul-molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan mempunyai kecenderungan kuat membentuk ikatan-ikatan hidrogen intramolekul dan intermolekul (Sjostrom, 1995).



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

Molekul selulosa memanjang dan kaku, meskipun dalam larutan. Gugus hidroksil yang menonjol dari rantai dapat membentuk ikatan hidrogen dengan mudah, mengakibatkan kekristalan dalam batas tertentu. Kekristalan selulosa terjadi dalam daerah terbatas. Daerah kekristalan lebih rapat dan lebih tahan terhadap enzim dan pereaksi kimia daripada daerah nonkristal. Daerah kristal menyerap air dengan jelek. Derajat kekristalan yang tinggi menyebabkan modulus kekenyalan sangat

meningkat dan daya regang serat selulosa menjadi lebih besar dan mengakibatkan makanan yang mengandung selulosa lebih liat. Daerah selulosa amorf menyerap air dan mengembang. Pemanasan selulosa dapat mengakibatkan pengurangan ikatan hidrogen secara terbatas, jadi menyebabkan pengembangan lebih besar karena kandungan bentuk kristal menurun. Daerah gel amorf selulosa dapat makin bersifat kristal jika air dihilangkan dari makanan (deMan, 1997).

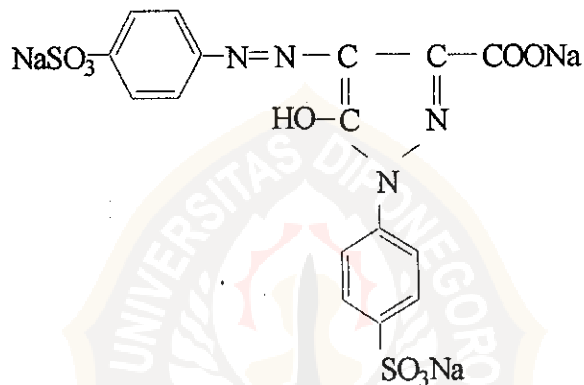
## **2.5 Zat Warna Makanan**

Zat pewarna ditambahkan ke dalam makanan bertujuan untuk menarik selera dan keinginan konsumen. Zat-zat pewarna alam yang sering digunakan misalnya karoten, kunyit, dan daun pandan. Dibandingkan dengan bahan pewarna alam maka bahan pewarna buatan mempunyai banyak kelebihan yaitu dalam hal aneka ragam warnanya, keseragaman warna, kestabilan warna dan penyimpanannya lebih mudah dan lebih tahan lama. Selain daripada itu bahan pewarna alam biasanya warnanya jarang yang sesuai dengan warna yang diinginkan (Winarno, 1997).

Pewarna sintetik yang dipakai secara niaga, dikenal juga sebagai tinambah warna bersertifikat. Ada dua jenis zat warna, yaitu pewarna (dye) FD&C dan lake FD&C. FD&C menunjukkan senyawa yang sudah disetujui untuk digunakan dalam makanan (F, food), obat (D, drug), dan kosmetik (C, cosmetic) oleh peraturan federal Amerika Serikat. Zat warna dye adalah senyawa yang larut dalam air dan menghasilkan warna dalam larutan. Zat warna ini dibuat dalam bentuk serbuk, granul, pasta, dan dispersi. Zat warna ini dipakai dalam makanan dengan konsentrasi kurang dari 300 ppm (Institute of Food Technologists, 1986). Lake dibuat dengan

menggabungkan zat warna dengan alumina untuk membentuk pewarna yang tidak larut, yang mengandung zat warna dalam rentang 20 sampai 25 persen (Pearce, 1985). Lake menghasilkan warna dalam bentuk dispersi dan dapat dipakai dalam makanan berbasis minyak jika air yang ada tidak cukup untuk melarutkan zat warna (deMan, 1997).

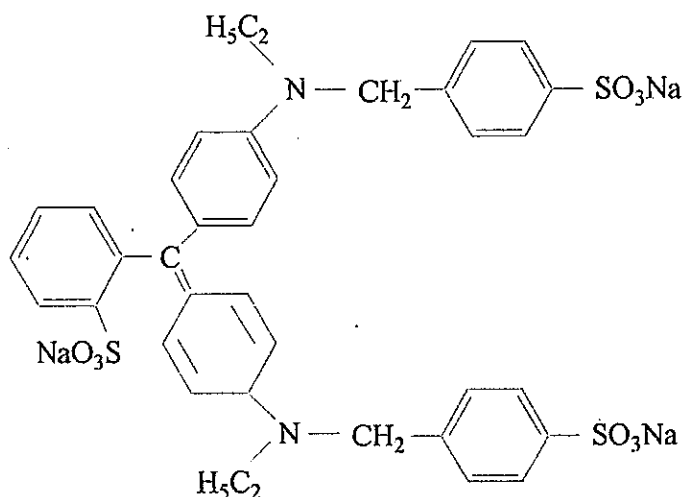
### 2.5.1 Zat Warna Tartrazine (No Indeks 19140)



Gambar 2.2: Struktur molekul zat warna tartrazine (Winarno, 1997).

Tartrazine merupakan tepung berwarna kuning jingga yang mudah larut dalam air, dengan larutannya berwarna kuning keemasan. Kelarutannya dalam alkohol 95% hanya sedikit, dalam gliserol dan glikol mudah larut. Tartrazine tahan terhadap cahaya, asam asetat, HCl, dan NaOH 10%. NaOH 30% akan menjadikan warna berubah kemerah-merahan. Mudah luntur oleh adanya oksidator, FeSO<sub>4</sub> membuat larutan zat berwarna menjadi keruh, tetapi Al tidak berpengaruh. Adanya tembaga (Cu) akan mengubah warna kuning menjadi kemerah-merahan (Winarno, 1997).

### 2.5.2 Zat warna Brilliant Blue (No Indeks 42090)



Gambar 2.3: Struktur molekul zat warna brilliant blue (Winarno, 1997).

Zat pewarna ini termasuk *triphenylmethane dye*, merupakan tepung berwarna ungu perunggu. Bila dilarutkan dalam air menghasilkan warna hijau kebiruan, larut dalam glikol dan gliserol, agak larut dalam alkohol 95%. Zat pewarna ini tahan terhadap asam setat, tetapi agak luntur oleh cahaya. Agak tahan terhadap HCl 10%, tetapi menjadi berwarna kehijauan, sedangkan dalam HCl 30% menjadi hijau kekuningan. Agak tahan terhadap NaOH 10%, dalam NaOH 30% akan membentuk warna merah anggur. Terhadap alkali lain warna menjadi merah pada suhu tinggi. Lebih tahan terhadap reduktor diandingkan dengan golongan *azo dyes* dan zat warna ini tidak terpengaruh oleh gula invert, sedangkan *amaranth* akan kehilangan warnanya. Zat warna ini tidak terpengaruh oleh Cu maupun Al (Winarno, 1997).

## 2.6 Spektroskopi Inframerah

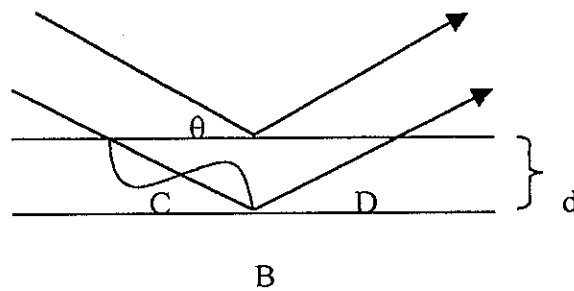
Atom-atom di dalam suatu molekul tidak diam melainkan bervibrasi (bergerak). Ikatan kimia yang menghubungkan dua atom dapat dimisalkan sebagai dua bola yang dihubungkan oleh suatu pegas. Bila radiasi inframerah dilewatkan melalui suatu cuplikan, maka molekul-molekulnya dapat menyerap (mengabsorpsi) energi dan terjadilah transisi di antara tingkat vibrasi dasar (*ground state*) dan tingkat vibrasi tereksitasi (*excited state*) (Hendayana, 1994).

Keadaan vibrasi dari ikatan terjadi pada keadaan tetap, atau terkuantisasi pada tingkat-tingkat energi tertentu. Panjang gelombang eksak (dari) absorpsi oleh suatu tipe ikatan tertentu, bergantung pada macam getaran dari ikatan tersebut. Oleh karena itu, tipe ikatan yang berlainan (C-H, C-C, O-H, dan sebagainya) menyerap radiasi inframerah pada panjang gelombang karakteristik yang berlainan (Fessenden, 1990).

## 2.7 Difraksi Sinar-X

Salah satu cara unggul untuk menelaah keteraturan atom atau molekul adalah cara hamburan sinar-X. Sinar-X adalah gelombang elektromagnetik, sama seperti gelombang cahaya tetapi berpanjang gelombang lebih pendek. Sinar-X terbentuk bila suatu logam sasaran ditembaki dengan elektron berenergi 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 2.4: 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:

$$CB + BD = 2d \sin \theta$$

Atau

$$2d \sin \theta = n \lambda$$

Persamaan di atas disebut persamaan Bragg, dan penguatan maksimum terjadi untuk harga  $\theta$  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 hanya jika arah bidang kristal terhadap berkas sinar-X (sudut  $\theta$ ) 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 dapat diperoleh, menghasilkan

berkas yang terhambur 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).

