

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Whey dan Komposisinya

Whey adalah bagian dari susu cair yang sebagian besar terdiri dari air dan beberapa zat terlarut yang terpisah dari *curd*. Protein whey yang diperoleh karena penambahan rennet mengandung kaseinomakropeptida sebagai hasil reaksi kimosin pada k-kasein. Protein whey juga diketahui kaya akan cystein dan methionin yang merupakan asam amino penting untuk sintesa glutathionine (Hidayat *et al.*, 2006). Menurut Anjarsari (2010), protein whey tersusun dari laktalbumin, laktalbumin, immunoglobulin, serum albumin dan fraksi kompleks proteosa pepton. Komposisi whey susu dari limbah pembuatan keju dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Whey Susu (g/L) (Hidayat *et al.*, 2006).

Komponen	Jumlah (g/L)
Laktosa	45-50
Protein	7-9
Senyawa nitrogen terlarut	1.5
Lipid	1-2
Garam-garam mineral	6-8
Berat kering	63-70

Berdasarkan prinsip pengendapan kasein dari susu segar pada pH 4,6 pada suhu 20°C, maka cairan yang tersisa disebut sebagai whey. Penggunaan whey didalam industri pangan sangat luas seperti dalam industri *bakery*, bahan

campuran pada pembuatan sup, *confentionery*, pada pengolahan margarin, makanan bayi, makanan untuk diet dan industri minuman (Legowo *et al.*, 2009).

2.2. Definisi Nata

Nata adalah sejenis makanan hasil fermentasi oleh bakteri *Acetobacter xylinum*, membentuk gel yang mengapung pada permukaan media atau tempat yang mengandung gula dan asam. Kandungan utama nata adalah air dan serat sehingga baik untuk diet dan sering digunakan dalam pembuatan *dessert* atau sebagai tambahan substansi pada koktail (Nurfiningsih, 2009). Nata adalah *biomass* yang sebagian besar terdiri dari selulosa berbentuk agar dan berwarna putih. Massa ini berasal dari pertumbuhan *Acetobacter xylinum* pada permukaan media cair yang asam dan mengandung gula. Nata mempunyai nilai gizi yang sangat rendah dan nata juga mengandung serat yang sangat dibutuhkan oleh tubuh dalam proses fisiologis sehingga dapat memperlancar proses pencernaan (Hidayat *et al.*, 2006).

2.3. Pembuatan Nata

Kegiatan yang terdapat dalam sistem produksi nata dilakukan melalui beberapa tahap kegiatan antara lain penyaringan, penambahan gula, urea, dan asam asetat, perebusan, pewadahan dan pendinginan, pemberian bibit dan fermentasi (Pambayun, 2006).

2.3.1. Penambahan gula pasir dan amonium sulfat

Pada pembuatan “nata de coco”, untuk mendukung pertumbuhan bibit dan pembentukan nata, ke dalam air kelapa perlu ditambahkan gula pasir minimal 2,5% dan amonium sulfat (ZA) sebanyak 0,5%. Sumber Karbon bisa berupa bahan seperti misalnya glukosa, laktosa, fruktosa. Demikian juga dengan jenis sumber Nitrogen yang digunakan dapat berupa Nitrogen organik seperti misalnya protein dan ekstrak yeast maupun Nitrogen anorganik seperti misalnya amonium fosfat, amonium sulfat dan urea (Pambayun, 2006).

2.3.2. Perebusan

Perebusan dilakukan dengan menggunakan dandang atau panci besar. Setelah mendidih, perebusan dipertahankan selama 5-10 menit, untuk meyakinkan bahwa mikrobia kontaminan telah mati dan juga menyempurnakan pelarutan gula pasir dan urea yang ditambahkan (Pambayun, 2006).

2.3.3. Penambahan asam asetat

Tujuan penambahan asam asetat adalah untuk menurunkan pH mencapai 4,3. Kondisi pH 4,3 merupakan kondisi yang optimal bagi pertumbuhan *Acetobacter xylinum*. Setelah penambahan asam ini dianggap homogen, selanjutnya cairan dituangkan ke dalam nampan-nampan plastik. Penuangan ke dalam nampan sebaiknya dilakukan pada saat cairan masih dalam keadaan panas. Hal tersebut bertujuan selain untuk sterilisasi nampan, juga untuk menghindari terjadinya kontak antara cairan dengan tangan. Nampan yang sudah diisi dengan

cairan media panas harus segera ditutup hingga isinya menjadi dingin (Pambayun, 2006).

2.3.4. Pendinginan

Pendinginan paling baik dilakukan dengan cara membiarkan cairan dalam nampan selama satu malam. Hal ini sekaligus untuk mengecek ada tidaknya kontaminan yang tumbuh pada cairan (Pambayun, 2006).

2.3.5. Inokulasi

Pemberian bibit atau penginokulasian dilakukan apabila substrat benar-benar menjadi dingin. Bila pemberian bibit dilakukan pada waktu cairan substrat masih dalam keadaan panas atau hangat, maka bibit akan mengalami kematian sehingga proses fermentasi tidak berlangsung (Pambayun, 2006).

2.3.6. Fermentasi

Suhu ideal (optimal) bagi pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* adalah 28°C – 31°C, karena bakteri ini tergolong sebagai bakteri mesofil yang hidup pada suhu ruang. Hal penting yang perlu diperhatikan selama fermentasi adalah nampan jangan sampai dibuka dan digeser atau terkena guncangan. Nampan fermentasi yang sering dibuka akan mengundang mikroorganisme lain terutama jamur ikut tumbuh pada permukaan nata. Sementara, jika terjadi guncangan akibat nampan digeser, maka nata yang terbentuk akan berlapis-lapis.

Namun, penutupan nampan tidak boleh terlalu rapat, mengingat *Acetobacter xylinum* memerlukan udara (oksigen) bagi pertumbuhannya (Pambayun, 2006).

2.4. Fermentasi *Acetobacter xylinum*

Acetobacter xylinum merupakan bakteri berbentuk batang pendek, yang mempunyai panjang 2 mikron dan lebar 0,6 mikron dengan permukaan dinding yang berlendir. Bakteri ini bisa membentuk rantai pendek dengan satuan 6 – 8 sel. Bersifat nonmotil dengan pewarnaan Gram menunjukkan Gram negatif. Bakteri ini tidak membentuk endospora maupun pigmen. Pada kultur sel yang masih muda, individu sel berada sendiri-sendiri dan transparan. Koloni yang sudah tua membentuk lapisan menyerupai gelatin yang kokoh menutupi sel dan koloninya (Pambayun, 2006).

Acetobacter xylinum merupakan bakteri aerob yang memerlukan respirasi dalam metabolisme. *Acetobacter xylinum* dapat mengoksidasi etanol menjadi asam asetat, juga dapat mengoksidasi asetat menjadi CO₂ dan H₂O. *Acetobacter xylinum* mampu mensintesa selulosa dari gula yang dikonsumsi. Nata yang dihasilkan berupa pelikel yang mengambang dipermukaan substrat. *Acetobacter xylinum* dapat membentuk suatu lapisan yang mencapai beberapa centimeter pada permukaan substrat cair tempat hidupnya. Bakteri ini sendiri terperangkap di dalam massa fibril yang dibuatnya. Pembentukan “nata de coco” atau selulosa bakteri diawali dengan pengambilan glukosa dari larutan gula dan air kelapa oleh *Acetobacter xylinum* kemudian bergabung dengan asam lemak membentuk precursor (penciri nata), pada membran sel precursor ini selanjutnya dikeluarkan

dalam bentuk ekskresi dan bersama-sama dengan enzim mempolimerisasikan glukosa menjadi selulosa di luar sel. Selulosa yang terbentuk diduga berasal dari pelepasan lendir *Acetobacter xylinum* yang merupakan hasil sekresi proses metabolisme gula yang ditambahkan pada air kelapa dan berfungsi sebagai bahan perangsang aktivitas *Acetobacter xylinum* akan membentuk nata pada permukaan medium (Pardosi, 2008).

Menurut Setiaji *et al.* (2002) mekanisme perubahan sukrosa menjadi selulosa diawali dengan pemecahan sukrosa ekstraseluler menjadi glukosa dan fruktosa oleh bakteri. Senyawa-senyawa glukosa dan fruktosa tersebut baru dikonsumsi sebagai bahan bagi metabolisme sel. Bakteri *Acetobacter xylinum* merombak gula untuk memperoleh energi yang diperlukan sebagai metabolisme sel dan *Acetobacter xylinum* juga mengeluarkan enzim yang mampu menyusun (mempolimerisasi) senyawa glukosa menjadi polisakarida yang dikenal dengan selulosa ekstraseluler dan terjalin satu sama lain membentuk masa nata.

Menurut Handadari *et al.* (2003) penambahan inokulum menyebabkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai jumlah sel yang optimal pada pembuatan nata menjadi lebih singkat. Meningkatnya jumlah bakteri tersebut juga akan meningkatkan aktivitas metabolisme sel bakteri. Jika jumlah sel telah mencukupi untuk perkembangbiakan, maka pertumbuhannya akan terkonsentrasi pada pembentukan lapisan nata. Lapisan nata mulai terlihat di permukaan substrat fermentasi setelah 24 jam inkubasi.

2.5. Gula Aren

Gula aren memiliki aroma yang khas dan memiliki kandungan kadar sukrosa yang tinggi. Kekhasan gula aren dibandingkan gula lainnya karena mengandung kadar sukrosa lebih tinggi (84%), dibandingkan gula tebu (72%) dan gula bit (17%). Kandungan nutrisi gula aren seperti kadar protein dan fosfor ternyata lebih tinggi dibandingkan dengan gula tebu dan bit (Burhanudin, 2005). *Acetobacter xylinum* bisa hidup pada media cair yang mengandung gula. Gula akan digunakan sebagai sumber karbon yang penting untuk pertumbuhan bakteri dan sumber penyedia kebutuhan energi oleh bakteri tersebut. Besar felikel nata yang dihasilkan akan dipengaruhi oleh aktivitas bakteri tersebut, sedangkan aktivitas bakteri dipengaruhi oleh kadar gula dan lama fermentasi. *Acetobacter xylinum* akan mengubah sukrosa menjadi selulosa yang berbentuk partikel tebal (Nurhayati, 2006). Sukrosa mempunyai kelebihan apabila dibanding dengan gula sederhana lain, yakni selain sebagai sumber energi dan bahan pembentuk nata, gula ini juga dapat berfungsi sebagai bahan induser yang berperan dalam pembentukan enzim ekstraseluler polimerase yang bekerja menyusun benang-benang nata, sehingga pembentukan nata dapat optimal (Pambayun, 2006).

Adanya gula sukrosa pada whey akan dimanfaatkan oleh *Acetobacter xylinum* sebagai sumber energi maupun sumber karbon untuk membentuk senyawa metabolit diantaranya adalah selulosa yang membentuk nata. Senyawa peningkat pertumbuhan mikroba (*growth promoting factor*) akan meningkatkan pertumbuhan mikroba, sedangkan adanya mineral dalam substrat akan membantu meningkatkan aktifitas enzim kinase dalam metabolisme di dalam sel *Acetobacter*

xylinum untuk menghasilkan selulosa (Misgiyarta, 2007). Menurut pendapat Indrarti dan Rahimi (2008) penurunan aktifitas fermentasi dimungkinkan karena adanya gula yang berlebih yang tidak dimanfaatkan secara efektif dan gula yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri akan diubah menjadi asam dan akan menurunkan pH medium yang menghambat pertumbuhan *Acetobacter xylinum* sehingga tidak terbentuk lapisan bioselulosa. Komposisi gula aren dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Gula Aren (Burhanudin, 2005).

No	Sifat kimia	Gula aren (%)	Gula Pasir (%)
1	Kadar air	9,16	10,32
2	Sukrosa	84,31	71,89
3	Gula peresidu	0,53	3,70
4	Lemak	0,11	0,15
5	Protein	2,28	0,06
6	Total mineral	3,66	5,04
7	Kalsium	1,35	1,64
8	Fosfor (P ₂ O ₅)	1,37	0,06

2.6. Kadar Air

Aktivitas kerja dari *Acetobacter xylinum* selama proses pembuatan nata berlangsung adalah dengan membentuk oksidasi lanjutan yaitu mampu mengoksidasi asam asetat menjadi CO₂ dan H₂O. Semakin banyak nutrisi yang terdapat dalam substrat, maka kadar air yang dihasilkan juga akan semakin banyak pula (Efendi, 2009). Menurut Nurhayati (2006) air berfungsi sebagai media untuk pertumbuhan bakteri selain juga berfungsi sebagai pelarut. Kadar air akan menentukan tekstur maupun kekenyalan dan kenampakan felikel nata yang terbentuk.

2.7. Kadar Serat Kasar

Serat kasar adalah serat yang secara laboratorium dapat menahan asam dan basa dan sebagian besar terdiri dari selulosa dan tidak mudah larut. Serat kasar adalah salah satu jenis polisakarida atau sering disebut sebagai karbohidrat kompleks. Serat kasar ini mempunyai rantai kimiawi panjang sehingga sukar untuk dicerna oleh enzim dan saluran pencernaan manusia, meskipun ada beberapa yang dapat dicerna oleh bakteri dalam usus (Nurhayati, 2006). Serat kasar pada nata berupa selulosa yang dihasilkan dari *Acetobacter xylinum* dengan mempolimerasi glukosa atau sukrosa sehingga menjadi selulosa (Efendi, 2009). Kandungan serat pada nata cukup tinggi yaitu 25 gram per 100 gram bahan. Serat yang terkandung dalam bahan makanan, termasuk pada nata sangat berguna untuk menunjang kesehatan terutama sistem pencernaan serta mengurangi risiko munculnya penyakit kolesterol, jantung koroner, hipertensi dan stroke (Warisno dan Dahana, 2009).

2.8. Rendemen

Rendemen digunakan untuk mengukur efisiensi produk akhir terhadap bahan baku. Fermentasi pada nata dikatakan sempurna apabila tidak setetes airpun yang terdapat dalam nampan, kecuali lembaran nata (Pambayun, 2006). Faktor terpenting yang mempengaruhi rendemen nata adalah kadar gula dalam substrat fermentasi. Substrat fermentasi yang lebih pekat memiliki kandungan gula yang lebih tinggi. Kandungan gula yang tinggi dalam substrat fermentasi membantu penyediaan kebutuhan nutrient untuk bakteri dalam pembentukan nata dan gula

merupakan komponen utama pembentuk precursor nata, sehingga semakin banyak ketersediaan dalam substrat maka rendemen nata makin tinggi (Handadari *et al.*, 2003).

2.9. Uji Kesukaan (Hedonik)

Uji Kesukaan disebut juga uji hedonik, dilakukan apabila uji didesain untuk memilih satu produk di antara produk lain secara langsung. Uji ini dapat diaplikasikan pada saat pengembangan produk atau perbandingan produk pesaing. Uji kesukaan meminta panelis untuk harus memilih satu pilihan di antara yang lain (Setyaningsih *et al.*, 2010).