

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Susu**

Susu merupakan bahan pangan yang baik bagi manusia karena mengandung zat gizi yang tinggi, yaitu karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral. Susu adalah suatu cairan yang merupakan hasil pemerahan dari sapi atau hewan menyusui lainnya yang dapat digunakan sebagai bahan makanan yang sehat (Hadiwiyoto, 1994). Nilai gizi yang tinggi juga menyebabkan air susu mudah rusak karena merupakan media yang disukai oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan dan perkembangannya sehingga dalam waktu yang sangat singkat air susu sangat tidak layak untuk dikonsumsi apabila tidak ditangani secara benar (Sudono *et al.*, 2003).

#### **2.2. Kerusakan Susu**

Susu merupakan bahan pangan asal hewan yang tidak tahan lama disimpan dan mudah rusak (*perishable food*) serta merupakan bahan pangan berpotensi mengandung bahaya (*potentially hazardous food*). Menurut Winarno (2004), kerusakan bahan pangan seperti susu dapat berlangsung dengan cepat. Kerusakan pada susu dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu, 1) Pertumbuhan dan aktivitas mikroba terutama bakteri, ragi dan kapang. Beberapa mikroba dapat membentuk lendir, gas, busa, warna yang menyimpang, asam, racun dan lain-lain; 2) Aktivitas enzim-enzim di dalam susu. Enzim yang terdapat pada susu tersebut

dapat berasal dari mikroba atau sudah ada pada bahan pangan tersebut secara normal. Adanya enzim memungkinkan terjadinya reaksi-reaksi kimia lebih cepat tergantung dari jenis enzim yang ada, selain itu juga dapat mengakibatkan bermacam-macam perubahan pada komposisi susu; 3) Suhu termasuk suhu pemanasan dan pendinginan. Pemanasan dengan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan protein (denaturasi), emulsi lemak dan vitamin, sedangkan susu yang dibekukan akan menyebabkan pecahnya emulsi dan lemaknya akan terpisah. Pembekuan juga dapat menyebabkan kerusakan protein susu dan menyebabkan penggumpalan; Faktor berikutnya adalah 4) Kadar air. Kadar air sangat berpengaruh pada daya simpan susu karena air inilah yang membantu pertumbuhan mikroba; 5) Udara terutama oksigen. Oksigen dapat merusak vitamin, warna susu, cita rasa serta merupakan pemicu pertumbuhan mikroba aerobik. Susu yang mengandung lemak dapat menyebabkan ketengikan karena proses lipoksidase; 6) Sinar matahari. Susu yang terkena sinar matahari secara langsung dapat berubah cita rasanya serta terjadi oksidasi lemak dan perubahan protein; 7) Jangka waktu penyimpanan. Umumnya waktu penyimpanan susu yang lama akan menyebabkan kerusakan yang lebih besar. Mikroorganisme menggunakan susu sebagai bahan yang sangat ideal untuk pertumbuhannya.

Mikroorganisme dalam bahan pangan adalah mikroorganisme yang umum ditemukan dalam saluran pencernaan manusia dan hewan seperti bakteri *Escherichia coli*. Adanya mikroorganisme indikator di dalam suatu makanan menunjukkan telah terjadinya kontaminasi kotoran dan sanitasi yang tidak baik terhadap air, makanan, susu dan produk susu (Supardi dan Sukamto, 1999).

### 2.3. Pemanasan Susu

Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk mencegah kerusakan pada air susu adalah dengan cara pemanasan (pasteurisasi). Pasteurisasi merupakan salah satu cara untuk mempertahankan mutu susu segar serta memperpanjang umur simpan susu. Pasteurisasi adalah pemanasan susu pada temperatur dan lama waktu tertentu yang tujuan utamanya adalah untuk membunuh bakteri patogen, namun diharapkan perubahan yang terjadi di dalam komposisi, flavor dan nilai nutrisi seminimal mungkin. Standar pasteurisasi menggunakan suhu di atas 62°C selama 3 menit atau suhu 71°C selama 15 detik. Setelah proses pasteurisasi, air susu harus segera didinginkan sampai suhu 40°C atau lebih rendah untuk menghambat pertumbuhan bakteri yang masih hidup dengan masa simpan tidak rusak dalam waktu kurang lebih 7 hari (Hadiwiyoto, 1994). Pasteurisasi akan dapat memperpanjang umur simpan bahan makanan dengan hasil memuaskan, bila dikombinasikan dengan pengemasan yang rapat dan penyimpanan pada suhu yang rendah (10°C) (Purnawijayanti, 2001).

### 2.4. Bakteri Susu

Susu segar yang bernilai nutrisi tinggi sangat beresiko terkontaminasi bakteri. Kontaminasi bakteri dimulai dari mulai proses pemerahan, pengolahan susu, hingga dikonsumsi. Bakteri yang mengkontaminasi susu dikelompokkan menjadi dua, yaitu bakteri patogen dan bakteri pembusuk. Bakteri patogen meliputi *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.*, sedangkan untuk bakteri pembusuk antara lain adalah *Micrococcus sp.*, *Pseudomonas sp.* dan

*Bacillus sp.* (Suwito, 2010). Salah satu bakteri penyebab keracunan setelah minum susu adalah *S. aureus*. Di beberapa negara di Eropa, seperti Norwegia, *S. aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab keracunan setelah minum susu (Jorgensen *et al.* 2005). Sumber-sumber *S. aureus* terdapat di sekitar kita, yaitu bagian permukaan kulit, mukosa mulut, hidung dan kulit kepala.

Infeksi *E. coli* pada manusia terjadi karena minum susu yang terkontaminasi feses sapi atau dari lingkungan (Vimont *et al.*, 2006). Berdasarkan SNI 3141.1:2011, batas cemaran mikroba dalam susu segar adalah *Total Plate Count* (TPC)  $< 3 \times 10^4$  cfu/ml, koliform  $< 1 \times 10^1$  cfu/ml, *Staphylococcus aureus*  $1 \times 10^1$  cfu/ml, *Escherichia coli* negatif, *Salmonella* negatif dan *Streptococcus* group B negatif.

Keracunan setelah minum susu dapat dicegah dengan cara memperbaiki proses penerimaan bahan baku atau susu segar, penanganan, pemrosesan dan penyimpanan. Kontaminasi pada susu dapat dikurangi antara lain dengan menjaga kesehatan ternak, higiene susu dan pasteurisasi (Jeffrey *et al.*, 2009). Higiene personal berperan penting pula dalam mencegah keracunan setelah minum susu. Penerimaan bahan baku harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 2011 tentang susu segar. Selama penanganan, susu ditempatkan pada suhu dingin dalam *milk can* tertutup sehingga terhindar dari kontaminasi lingkungan. Untuk susu segar yang telah memenuhi standar SNI, proses penyimpanan dan pendistribusiannya sampai ke tangan konsumen perlu diperhatikan. Penyimpanan harus dilakukan pada suhu dingin sampai susu ke tangan konsumen karena meskipun telah melalui proses pasteurisasi, susu masih mengandung bakteri

pembusuk. Bakteri pembusuk akan berkembang pada suhu ruang. Oleh karena itu, susu pasteurisasi harus disimpan pada kondisi dingin. Susu yang mengandung mikroba  $>10^6$  cfu/ml sudah terbentuk toksin yang dengan pasteurisasi masih dapat bertahan hidup.

## **2.5. Variabel Kualitas Susu**

Variabel yang digunakan dalam menentukan kualitas susu yaitu total bakteri, nilai pH dan Intensitas Pencoklatan susu.

### **2.5.1. Total bakteri**

Total mikroba atau total plate count (TPC) berdasarkan SNI 3141.1:2011 merupakan suatu cara perhitungan total mikroba yang terdapat dalam suatu produk yang tumbuh pada media agar pada suhu dan waktu inkubasi yang ditetapkan. Mikroba yang tumbuh dalam media agar tersebut dihitung koloninya tanpa menggunakan mikroskop. Hasil pengujiannya dinyatakan dengan *Colony Forming Unit* (CFU) per ml. Bakteri penyebab penyakit asal pangan secara terus menerus menjadi ancaman serius bagi kesehatan masyarakat di seluruh dunia dan mampu menyebabkan kematian. Kebanyakan penyakit asal pangan ini disebabkan oleh bakteri patogen penyebab diare dan gangguan saluran pencernaan, seperti *Escherichia coli*, *Salmonella* dan *Bacillus cereus* (Blackburn dan Mc Clure, 2003). Perbandingan batas jumlah bakteri yang terkandung pada susu pasteurisasi di beberapa negara dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Standar Kualitas Susu Pasteurisasi Berdasarkan Batas Jumlah Bakteri

Negara/Kawasan	Kode Standar	Batas Jumlah Bakteri pada Susu Pasteurisasi
Indonesia	SNI 3141.1:2011	TPC tidak boleh lebih $3 \times 10^4$ cfu per ml. <i>Coliforms</i> tidak boleh lebih dari 10 per ml.
<i>European Economic Community</i>	<i>Council Directive 92/46/EEC 1992</i>	TPC (pada suhu 30°C) tidak boleh lebih dari $3 \times 10^4$ cfu/ml. TPC tidak boleh lebih $5 \times 10^4$ cfu per ml pada susu pasteurisasi yang diinkubasi pada suhu 6°C selama 5 hari. <i>Coliforms</i> tidak boleh ada.
Amerika Serikat	<i>Grade "A" Pasteurized Milk Ordinance (PMO) 2007.</i>	Jumlah bakteri tidak boleh lebih dari 20.000 cfu/ml. <i>Coliforms</i> tidak boleh lebih dari 10 per ml.

### 2.5.2. Nilai pH

Susu segar mempunyai pH 6,5 – 6,8. Keasaman susu segar berhubungan dengan fosfat susu, protein (kasein dan albumin) dan sitrat yang terdapat pada susu. Derajat keasaman susu menunjukkan 2 hal yaitu keasaman yang memang ada dalam susu dan keasaman yang disebabkan kontaminasi bakteri. Penyebab utama perubahan pH pada susu adalah aktivitas mikroba yang menghasilkan asam (Bylund 1995). Semakin lama penyimpanan susu maka rata –rata derajat

keasaman (pH) semakin menurun yang menunjukkan bahwa tingkat keasaman dalam susu semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan adanya aktivitas bakteri asam laktat seperti *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus lactis* dan *Lactobacillus thermophilus*. Adanya asam laktat karena bakteri tersebut mengubah laktosa menjadi asam laktat dan menyebabkan penurunan pH susu (Erlina dan Zuraida, 2008).

Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan pH diantaranya adalah pengenceran dan perlakuan pemanasan. Pengenceran dapat menaikkan pH sedangkan pemanasan menyebabkan terjadinya tiga perubahan yaitu kehilangan CO<sub>2</sub>, yang dapat menurunkan keasaman dan menaikkan pH, terjadinya transfer Ca dan fosfat ke koloidal sehingga dapat sedikit menaikkan keasaman dan menurunkan pH dan pemanasan yang drastis dapat menghasilkan asam dari degradasi laktosa (Adnan, 1984).

### **2.5.3. Intensitas pencoklatan**

Warna merupakan salah satu indikator terjadinya perubahan kimia dalam bahan makanan. Warna suatu bahan dapat diukur dengan menggunakan alat kolorimeter atau spektrofotometer (Nielsen, 2003). Reaksi Maillard menghasilkan banyak senyawa dan dapat mempengaruhi warna suatu produk. Adanya reaksi antara gula pereduksi dan asam amino melalui jalur reaksi Maillard memberikan perubahan warna bahan makanan dari kuning sampai membentuk warna kecoklatan (Reineccius, 2006). Berdasarkan hasil penelitian Sun *et al.* (2006<sup>b</sup>) bahwa reaksi yang terjadi antara protein dan jenis gula pereduksi yang berbeda

selama pemanasan akan menghasilkan intensitas warna coklat yang berbeda pula. Protein ovalbumin yang bereaksi dengan D-glukosa dan D-mannosa menghasilkan warna coklat yang lebih rendah dibandingkan dengan D-allosa, D-altrosa, D-galaktosa dan D-talosa.

#### **2.5.4. Keterkaitan total bakteri, pH dan intensitas pencoklatan terhadap kualitas susu**

Pemanasan susu bertujuan untuk membunuh bakteri patogen, namun diharapkan perubahan yang terjadi di dalam komposisi, flavor dan nilai nutrisi seminimal mungkin (Hadiwiyoto,1994). Cara yang dilakukan untuk mengetahui jumlah bakteri yang terkandung di dalam susu setelah dipanaskan adalah menggunakan pengujian Total Bakteri. Total mikroba atau *total plate count* (TPC) berdasarkan SNI 3141.1:2011 merupakan suatu cara perhitungan total mikroba yang terdapat dalam suatu produk yang tumbuh pada media agar pada suhu dan waktu inkubasi yang ditetapkan. Mikroba yang tumbuh dalam media agar tersebut dihitung koloninya tanpa menggunakan mikroskop. Hasil pengujiannya dinyatakan dengan *Colony Forming Unit* (CFU) per ml. pengujian yang dilakukan untuk mengetahui adanya kerusakan kualitas pada susu menggunakan pengujian pH dan pengujian Intensitas Pencoklatan. Pengujian pH dilakukan untuk menghitung nilai keasaman yang terkandung dalam susu dengan mengamati perubahan nilai pH yang terjadi pada pH meter (Wahyudi, 2006). Pengujian Intensitas Pencoklatan dilakukan untuk mengetahui tingkat perubahan warna yang terjadi setelah pemanasan susu dan ditunjukkan dengan melihat perubahan susu menggunakan alat spektrofotometer (Nielsen, 2003).



Perubahan pH dapat dipengaruhi oleh adanya aktivitas bakteri yang terkandung dalam susu selain oleh faktor pemanasan. Adanya asam laktat karena aktivitas bakteri mengubah laktosa menjadi asam laktat dan menyebabkan penurunan pH susu (Erlina dan Zuraida, 2008). Perubahan Intensitas Pencoklatan juga dipengaruhi oleh adanya aktivitas bakteri pada susu yang berpengaruh pada penurunan gula susu berupa laktosa dan denaturasi protein yang menghasilkan produk metabolik berupa gas, alkohol dan asam-asam organik yang menyebabkan susu menjadi berflavor dan beraroma masam (Ali, 2003). Komponen laktosa yang termasuk gula susu dan protein yang termasuk ke dalamnya adalah asam amino maka dapat mempengaruhi seberapa besar perubahan Intensitas Pencoklatan melalui reaksi Maillard. Warna coklat merupakan hasil akhir dari reaksi aldehyd-aldehyd aktif terpolimerisasi dengan gugus amino yang membentuk senyawa coklat yang disebut melanoidin (Muchtadi, 2010).