

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Susu merupakan bahan pangan yang memiliki komposisi biokimia yang kompleks serta aktivitas air yang tinggi sehingga menjadi media pertumbuhan yang baik untuk berbagai mikroorganisme. Pada proses produksi susu, beberapa mikroba dapat memberikan efek yang tidak diinginkan seperti memberikan infeksi makanan dengan menjadi pembawa patogen yang dapat mengkontaminasi bahan pangan lain (Soomro *et al.*, 2002).

Kontaminasi pada susu berasal dari kontaminasi mikroflora pada ambing hewan, infeksi mastitis pada ambing hewan, serta kontaminan lain dari lingkungan seperti *Mycobacterium avium*. Cara untuk mengontrol kontaminasi pada susu dapat dilakukan dengan mengontrol kesehatan hewan ternak, menjaga kebersihan lingkungan pemerahan serta melakukan proses pasteurisasi (LeJeune & Rajala-Schultz, 2009).

Pasteurisasi susu dilakukan dengan pemanasan susu, mempertahankan susu pada suhu pemanasan dengan waktu yang telah ditentukan, kemudian dilanjutkan dengan pendinginan hingga suhu mencapai di bawah 7°C. Kombinasi suhu tinggi dan waktu yang lama dapat mengurangi jumlah mikroorganisme secara drastis, namun dapat merusak nutrisi pada susu. Pasteurisasi yang baik diindikasikan dengan pengurangan jumlah mikroorganisme secara maksimal dan meminimalisir kehilangan nutrisi pada susu (Dhotre, 2014).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Kurniawan (2019) dilakukan modifikasi alat pasteurisasi menggunakan agitasi, proses agitasi ini bertujuan untuk menyeragamkan suhu pasteurisasi *batch* agar tidak terjadi *cold spot* atau *hot spot*.

Penelitian yang dilakukan oleh penulis merupakan penelitian lanjutan dari penelitian yang telah dilakukan oleh Kurniawan (2019) dengan melakukan penambahan *baffle* pada tangki pasteurisasi. Penambahan *baffle* pada tangki bertujuan untuk mencegah pembentukan pusaran di tengah tangki yang berpotensi menghambat pergerakan padatan secara merata di dalam tangki pada saat agitasi. Setelah susu dipasteurisasi, penelitian

dilanjutkan dengan uji umur simpan susu yang disimpan pada penyimpanan suhu 4°C dan 10°C selama 3 hari untuk mengetahui kualitas susu yang telah disimpan selama 3 hari.

Penentuan suhu penyimpanan berdasarkan teori bahwa suhu penyimpanan susu pasteurisasi yang baik adalah $\leq 4^{\circ}\text{C}$ (Sandra & Meunier-Goddik, 2011). Namun, tempat penyimpanan suhu rendah dengan kisaran suhu $\leq 4^{\circ}\text{C}$ relatif lebih mahal, sedangkan tempat penyimpanan suhu rendah dengan harga yang lebih terjangkau memiliki kisaran suhu sekitar 10°C. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah susu pasteurisasi yang disimpan selama 3 hari pada suhu 10°C aman dan layak dikonsumsi, sehingga untuk masyarakat kelas menengah dan menengah ke bawah dapat memiliki tempat penyimpanan suhu rendah untuk susu pasteurisasi dengan harga terjangkau, baik susu pasteurisasi tersebut untuk konsumsi pribadi maupun untuk dijual. Berdasarkan *survey* yang telah diadakan pada 100 orang mahasiswa S1 di seluruh fakultas UNIKA Soegijapranata dengan hasil sebanyak 22,6% pengisi *survey* memberikan jawaban umur simpan susu pasteurisasi pada penyimpanan suhu rendah paling lama 3 hari. Pengujian umur simpan berupa analisa kimiawi yang terdiri atas analisa kadar lemak; kadar protein; total padatan susu; dan uji pH, selain itu juga dilakukan analisa mikrobiologi yakni analisa *coliform*.

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1. Susu

Susu merupakan sumber makanan kaya akan berbagai nutrisi yang berguna untuk pertumbuhan tubuh. Susu mengandung berbagai nutrisi seperti protein, lemak, laktosa, mineral, vitamin A, dan berbagai vitamin B serta memiliki pH yang netral menjadikan susu sebagai media pertumbuhan yang baik bagi mikroorganisme (McGee, 2004).

Mikroorganisme yang dapat mencemari dan merusak susu sehingga tidak dapat dikonsumsi diantaranya *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella* sp. Selain itu bakteri lain seperti *Listeria monocytogenes* dan *Campylobacter jejuni* juga dapat mencemari susu dengan prevalensi kecil (Suwito, 2010). Berdasarkan SNI 01-6366-2000, batas cemaran mikroba dalam susu segar adalah TPC 1×10^6 CFU/ml,

coliform 2×10^1 CFU/ml, sedangkan untuk susu pasteurisasi adalah TPC $< 3 \times 10^4$ CFU/ml, coliform $< 0,1 \times 10^1$ CFU/ml (Badan Standardisasi Nasional, 2000).

Semakin tinggi pertumbuhan mikroorganisme pada susu, komponen susu mengalami perubahan yang sangat drastis dan mengarah pada karakteristik yang dihindari konsumen. Beberapa perubahan komponen susu yang terjadi akibat pertumbuhan mikroorganisme sebagai berikut:

a. Penggumpalan

Pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) dapat mengonsumsi laktosa dan menghasilkan asam laktat sebagai hasil metabolismenya yang kemudian menyebabkan penurunan nilai pH, dengan nilai pH normal diantara 6,5-6,7 turun hingga menjadi di bawah 4,5. Pada susu dengan pH di bawah 4,5 misel kasein terpresipitasi dan terjadi *curdling*. Selain itu, protease yang dihasilkan oleh beberapa jenis bakteri dapat menyebabkan ketidakstabilan dan presipitasi misel kasein, mendukung terjadinya *curdling*. Penurunan kualitas secara enzimatis ini dapat menghasilkan peptida pahit dan citarasa yang tidak diinginkan.

b. Ketengikan

Lipase yang dihasilkan bakteri dapat memotong trigliserida menjadi asam lemak bebas dan gliserida. Asam lemak bebas rantai pendek yang dilepaskan akibat pemotongan ini menyebabkan ketengikan. Asam lemak bebas yang menumpuk hingga 1.5 mmol/L dapat menyebabkan perubahan citarasa pada susu hingga susu tidak cocok untuk konsumsi manusia (Lu & Wang, 2017).

1.2.2. Pasteurisasi

Pasteurisasi merupakan pemanasan susu dengan kombinasi suhu dan waktu untuk mengurangi mikroorganisme pada susu dan meminimalkan degradasi komponen kimiawi susu akibat pemanasan (Dhotre, 2014).

Pada umumnya mikroba target yang menjadi indikator keberhasilan pasteurisasi adalah mikroba yang tahan terhadap suhu tinggi seperti *Coxiella burnetii* (Tamime, 2009). Pada

perusahaan UD Gading Mas yang berlokasi di Kabupaten Kediri, pasteurisasi metode *batch* menggunakan suhu 72°C selama 15 menit (Sawitri *et al.*, 2010). Keuntungan pasteurisasi pada suhu 72°C selama 15 menit yakni inaktivasi termal secara total enzim lipoprotein lipase (LPL), enzim alami yang dihasilkan dari sel sekretori kelenjar mammae yang dapat melakukan lipolisis yang memotong trigliserida lemak menjadi asam lemak bebas (Tamime, 2009).

Pasteurisasi terhadap susu berpengaruh pada mikroorganisme, nutrisi, dan enzim susu. Kombinasi suhu dan waktu pasteurisasi dirancang untuk menghancurkan *Coxiella burnetii*, patogen pada susu yang dianggap paling tahan terhadap panas dan tidak menghasilkan spora. Pasteurisasi dapat membunuh sebagian besar patogen pada susu, namun spora dan bakteri termotoleran sulit dibunuh dengan pasteurisasi, sehingga susu pasteurisasi harus disimpan di penyimpanan pada suhu $\leq 4^{\circ}\text{C}$ (Sandra & Meunier-Goddik, 2011).

Selain penghancuran mikroorganisme secara maksimal, pasteurisasi juga dirancang untuk meminimalkan kehilangan nutrisi yang sensitif terhadap panas. Beberapa nutrisi susu yang hilang akibat pasteurisasi adalah vitamin B₁ (10%), B₆ (1 – 5%), B₉ (3-5%), B₁₂ (1 - 10 %), dan C (5 - 20%), kehilangan vitamin ini dapat disebabkan beberapa faktor seperti kombinasi suhu dan waktu dalam pasteurisasi serta konsentrasi oksigen. Selain itu, sebanyak 3-5% protein *whey* juga terdenaturasi (Sandra & Meunier-Goddik, 2011).

Beberapa enzim yang ada pada susu juga dapat rusak akibat pasteurisasi. Denaturasi lipase dan protease pada susu menghambat terbentuknya citarasa yang tidak diinginkan pada susu pasteurisasi. Namun, enzim lipase dan protease yang dihasilkan oleh mikroba sulit dirusak oleh susu pasteurisasi. Enzim plasmin pada susu stabil terhadap panas dan aktivitas enzim ini semakin meningkat dengan adanya pasteurisasi dikarenakan inhibitor enzim plasmin tidak tahan terhadap panas (Sandra & Meunier-Goddik, 2011).

1.2.3. Agitasi dan *Baffle*

Agitasi merupakan proses pengadukan makanan yang bersifat fluida, dan umumnya menjadi satu proses dengan pasteurisasi metode *batch* dengan agitator yang menjadi bagian dari alat untuk melakukan pasteurisasi *batch*. Adapun model agitator yang digunakan pada *batch pasteurizer* menggunakan tipe propeler dan diletakkan di bagian atas *batch pasteurizer*. Kecepatan linear 300-500 m/menit juga diharapkan dari agitasi. Agitasi dilakukan dengan tujuan pemanasan yang merata pada seluruh partikel susu (Dhotre, 2014).

Baffle umumnya dipasang pada wadah atau tangki untuk agitasi, *baffle* dipasang dengan tujuan untuk mencegah terbentuknya *vortex* atau pusaran yang terjadi ketika fluida dengan viskositas rendah diagitasi tanpa pemasangan *baffle*. Pada tangki agitasi yang tidak dipasang *baffle*, aliran berputar yang menumpuk di bawah propeler tidak efektif dalam mendispersikan padatan pada fluida yang diagitasi, pembentukan *vortex* juga dapat diamati dari atas tangki agitasi. Pada tangki agitasi yang dipasang *baffle*, pola persebaran padatan pada fluida lebih merata dengan adanya aliran aksial. Padatan mengalir dari dasar tangki, menabrak dinding tangki dan *baffle* menuju permukaan fluida, kemudian kembali jatuh ke atas propeler dan dialirkan kembali sesuai pola (Myers *et al.*, 2002).

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas serta umur simpan susu yang dipasteurisasi menggunakan mesin pasteurisasi yang dimodifikasi dengan penambahan *baffle* yang disimpan pada suhu penyimpanan 4°C dan 10°C.