

## 5. PEMBAHASAN

Faktor yang dapat mempengaruhi kualitas dari susu pasteurasi, diantaranya kualitas dari bahan baku yang digunakan, jumlah mikroba awal, kondisi selama proses pengolahan, kontaminasi yang terjadi pada proses berikutnya, kemasan yang digunakan, serta kondisi penyimpanan (Kristanti, 2017). Kualitas dari susu pasteurisasi tentunya akan mempengaruhi berapa lama umur simpan dari susu pasteurisasi tersebut, semakin baik kualitas dari susu pasteurisasi seperti jumlah mikroba awal yang rendah, kualitas bahan baku yang baik, kondisi pengolahan yang bersih dan mendukung, serta rendahnya kontaminasi lainnya akan meningkatkan umur simpan dari susu pasteurisasi.

Kerusakan pada susu selama pemrosesan atau penyimpanan dapat dipengaruhi oleh kontaminasi patogen, pemberian bahan aditif, polusi lingkungan, dan degradasi nutrisi yang terkandung didalam susu. Kerusakan yang dapat timbul pada suatu produk susu dapat berupa kerusakan secara kimiawi atau biologis/mikrobiologis (FAO, 2022). Kerusakan kimia maupun biologis tersebut dapat diindikasikan oleh perubahan secara fisik dan organoleptik (Erkmen & Bozoglu, 2016). Penentuan umur simpan susu dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya adalah analisis mikrobiologis yang sudah menjadi praktik umum untuk memprediksi keamanan dan kualitas dari suatu produk susu (Techer *et al.*, 2014).

### 5.1. Analisis Mikrobiologi

Pada umumnya, proses pasteurisasi mampu membunuh sebagian besar dari bakteri pembentuk asam dan patogen yang terkandung didalam susu segar (Erkmen & Bozoglu, 2016; dalam Sarkar, 2015; FDA, 2009), tetapi tidak dapat membunuh bakteri-bakteri yang bersifat *thermoduric* (bakteri yang tahan terhadap suhu yang tinggi). Bakteri-bakteri yang memiliki sifat *thermoduric* meliputi jenis *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, dan *Clostridium*. Meskipun bersifat *thermoduric* jenis bakteri-bakteri tersebut masih dapat tumbuh dan berkembang pada suhu yang rendah karena beberapa diantaranya juga bersifat *psychrotrophic* (tahan terhadap suhu rendah).

Selain itu, jenis bakteri ataupun mikroba lain seperti *coliform*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, dan berbagai jenis lainnya dapat mengkontaminasi susu pasteurisasi setelah tahap pasteurisasi, seperti pada saat dikemas ataupun disimpan (Erkmen & Bozoglu, 2016).

Metode pasteurisasi dapat mempengaruhi kualitas mikrobiologi dari susu pasteurisasi. metode pasteurisasi yang kurang tepat justru dapat mendukung pertumbuhan dari mikroorganisme. Suhu pasteurisasi mampu menggerminasikan spora dari bakteri penghasil spora seperti *Bacillus* ataupun *Clostridium* (Erkmen & Bozoglu, 2016). Pada umumnya proses pasteurisasi secara komersial dapat dilakukan secara *batch* menggunakan tanki atau *vats* tertutup untuk metode *Low Temperature Long Time* (LTLT), dan secara kontinu menggunakan *plate heat exchanger* untuk metode *High Temperature Short Time* (HTST) (Erkmen & Bozoglu, 2016). Namun, pada penelitian ini dilakukan pasteurisasi secara konvensional tipe *batch* dengan metode LTLT dan modifikasi HTST. LTLT menggunakan suhu sebesar 63°C selama 30 menit dan HTST sebesar 80°C selama 30 menit. Sebenarnya lama pengolahan metode HTST tidak mencapai 30 menit, melainkan hanya 15 detik atau 1-2 menit (Bakar & Usmiati, 2009; BSN, 1995). Untuk menjamin kelancaran proses pasteurisasi (penyebaran panas yang menyeluruh dan mampu membunuh sebagian besar mikroorganisme) memperpanjang waktu pengolahan untuk metode HTST menjadi 30 menit atau dapat disebut pula pasteurisasi *Ultra High Temperature* (Bakar & Usmiati, 2009).

Berdasarkan Tabel 6. diperoleh hasil analisis mikrobiologi yang sesuai dengan standar mutu *Total Plate Count* (TPC) SNI yaitu dibawah  $3 \times 10^4$  untuk sampel LTLT dan HTST (63°C dan 80°C). Sehingga susu pasteurisasi GFF dapat disimpan sampai 7 hari karena masih menunjukkan jumlah mikroba yang sesuai dengan standar mutu SNI. Diperkirakan susu pasteurisasi dari GFF dapat disimpan melebihi 7 hari karena pada hari penyimpanan ke-7 nilai TPC dari sampel LTLT dan HTST masih cukup rendah ( $1,6 \times 10^2$  dan  $1,4 \times 10^2$  pada masa inkubasi 24 jam) bila dibandingkan dengan standar mutu SNI. Berdasarkan penelitian Kristanti (2017), susu yang dipasteurisasi dengan suhu 95°C selama 21 detik, mampu disimpan selama 30 hari dengan kondisi suhu penyimpanan sebesar  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Sampel HTST cenderung memiliki nilai TPC yang lebih rendah dibanding sampel LTLT pada hasil pengamatan inkubasi 24 dan 48 jam. Berdasarkan Nawangsih *et al.* (2021), sampel susu yang dipasteurisasi dengan metode LTLT memiliki jumlah nilai TPC yang lebih tinggi dibanding metode HTST, karena metode HTST mampu mereduksi jumlah mikroba yang lebih besar di susu dibanding metode LTLT.

Hasil inkubasi 24 jam menunjukkan hasil nilai TPC yang lebih rendah dibandingkan hasil inkubasi 48 jam untuk sampel LTLT dan HTST. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah mikroba pada waktu inkubasi 48 jam akibat perbedaan sifat pertumbuhan mikroba. Terdapat mikroba yang bersifat *slow-growing* yaitu mikroba yang memerlukan waktu *doubling time* yang panjang (dapat mencapai beberapa jam). Sedangkan mikroba yang bersifat *fast-growing* merupakan mikroba yang memerlukan waktu *doubling time* yang pendek (dapat mencapai 20 menit) (Dai *et al.*, 2018).

Berdasarkan penelitian X. Li *et al.* (2020), menunjukkan terjadinya peningkatan nilai TPC dari hari ke-0 sampai hari ke-7 pada sampel susu pasteurisasi yang disimpan pada suhu 4°C. Sedangkan dari hasil penelitian ini, susu pasteurisasi yang disimpan pada suhu 4,3-5,5°C memiliki nilai TPC yang stabil atau tidak berbeda nyata selama penyimpanan (Tabel 14, 15, 16, dan 17 pada Lampiran 4.) Hal ini dikarenakan mikroba yang tumbuh pada sampel penelitian ini cenderung bersifat *thermoduric* dan hanya sedikit sekali yang bersifat *psychrotropic*, maka tingkat pertumbuhannya cenderung stabil selama proses penyimpanan (Erkmen & Bozoglu, 2016).

Pada penelitian X. Li *et al.* (2020), juga menunjukkan tingkat pertumbuhan mikroba (nilai TPC) yang berbeda pada susu pasteurisasi selama proses penyimpanan 7 hari dibandingkan dengan penelitian ini. sampel X. Li *et al.* (2020), menunjukkan nilai TPC yang semakin meningkat dari 0,4 log CFU/g (pada hari ke-0) hingga 3,0 log CFU/g (pada hari ke-7) sedangkan pada penelitian ini (Tabel 6. inkubasi 24 jam pada sampel LTLT) menunjukkan nilai TPC yang cenderung stabil dari 3,0 log CFU/g (pada hari ke-0) hingga 3,2 log CFU/g (pada hari ke-7). Sampel susu pasteurisasi yang digunakan oleh penelitian X. Li *et al.* (2020), diproduksi dengan sanitasi yang lebih tinggi karena menggunakan alat pasteurisasi komersial (Xuhui Co., Ltd., Shanghai, China). Sedangkan pada penelitian in

proses pasteurisasi dilakukan secara konvensional dengan metode *waterbath* di laboratorium Mikrobiologi.

Perbedaan nilai TPC antara penelitian X. Li *et al.* (2020) dan penelitian ini juga dapat disebabkan oleh kondisi tempat penyimpanan sampel susu pasteurisasi. Sampel susu pasteurisasi milik X. Li *et al.* (2020) disimpan dalam *refrigerator* pada suhu 4°C tanpa mengalami perubahan suhu. Sedangkan pada penelitian ini, sampel disimpan pada *chiller* yang digunakan bersama (*chiller* laboratorium Nutrisi dan Teknologi Kuliner) dan suhunya dapat berubah tergantung banyak/sedikitnya bahan yang sedang disimpan di dalamnya. Sepanjang penelitian ini suhu *chiller* berubah-ubah dari 4,3-5,5°C. Kristanti (2017) menyampaikan bahwa kenaikan suhu penyimpanan susu sebesar 3°C dapat menurunkan kemampuan simpan dari susu menjadi setengahnya. Maka pada sampel penelitian ini terdapat kontaminasi secara *foodborne* dari bahan lain yang disimpan di *chiller* dan berubahnya kemampuan simpan akibat suhu yang tidak stabil. Selain itu, perbedaan nilai TPC juga dapat disebabkan oleh kontaminasi yang terjadi selama inkubasi. Pada saat penghitungan jumlah mikroba, diketahui terdapat beberapa semut yang masuk ke dalam cawan petri yang diinkubasi (Gambar 14.). Semut merupakan serangga yang umum ditemukan di lingkungan rumah tangga, Berdasarkan penelitian oleh Simothy *et al.* (2018), semut dapat berperan sebagai penyalur/*carrier* mikroba koliform dan beberapa mikroba lainnya seperti *Bacillus* spp., *Salmonella*, serta *Listeria*. Oleh karena itu, kontaminasi dari semut dapat menyebabkan perbedaan nilai TPC dari penelitian ini dengan penelitian X. Li *et al.* (2020).

Selain itu, perbedaan nilai TPC dengan penelitian X. Li *et al.* (2020), juga dapat disebabkan oleh jumlah mikroba awal yang berbeda pada susu segar yang digunakan (Kristanti, 2017; Sarkar, 2015). Sampel susu segar yang digunakan oleh X. Li *et al.* (2020), memiliki nilai TPC 4,9-5,2 log CFU/g, sedangkan sampel susu segar pada penelitian ini (keterangan pada Tabel 6.) memiliki nilai TPC 5,6-5,7 log CFU/g. Tingginya jumlah mikroba awal pada susu segar GFF dapat dipengaruhi oleh kondisi sanitasi ternak dan peralatan yang digunakan, kondisi susu setelah pemerahan dan pelumasan ambing sapi menggunakan minyak goreng

Berdasarkan pemilik ternak, sebelum melalui proses pemerahan susu, dilakukan pembersihan kandang menggunakan air bersih dan sapi dibersihkan menggunakan air dan sabun. Namun, dari hasil pengamatan (Gambar 10.) menunjukkan sanitasi lingkungan pemerahan yang kurang optimal. Kondisi sanitasi ternak, kandang, dan peralatan yang digunakan selama pemerahan dapat menjadi sumber kontaminasi mikroba yang mempengaruhi jumlah mikroba awal pada susu (Bakar & Usmiati, 2009). Pernyataan ini sesuai dengan hasil penelitian oleh Suranindyah et al. (2015), peningkatan sanitasi lingkungan dan kegiatan pemerahan dapat meningkatkan kualitas dari susu segar.

Hasil pengamatan (Gambar 11.) juga menunjukkan susu yang sudah diperah hanya diletakan di ruang terbuka, tidak ditutup, dan tidak segera refrigerasi. Alasan utama dari kegiatan ini, adalah susu yang diperah akan segera dibeli oleh konsumen yang meliputi orang lokal dan distributor. Hal ini tidak menutup kemungkinan meningkatnya kontaminasi mikroba dan polusi lain dari lingkungan kedalam susu. Berdasarkan Bakar & Usmiati (2009), setelah susu diperah dan berada pada suhu kamar, susu menjadi bahan yang sangat peka terhadap pencemaran dan mulai mengalami penurunan kualitas. Pernyataan ini didukung oleh penelitian Dewi et al. (2019), yang mengatakan bahwa semakin lama waktu tunggu sebelum pengolahan susu, jumlah mikroba awal pada susu segar akan semakin tinggi.

Botol minyak goreng (Gambar 12.) yang digunakan untuk melumasi ambing sapi saat dilakukan pemerahan susu. Sebenarnya, penggunaan pelumas ketika pemerahan susu sapi tidak dicantumkan pada literatur mengenai pedoman pemerahan susu sapi. Pemilik ternak mengatakan bahwa penggunaan pelumas bertujuan agar mempermudah proses pemerahan dan mencegah agar ambing sapi tidak menjadi lecet dan terluka. Secara komersial juga dijual berbagai produk pelumas ambing sapi seperti *Interlac Milking grease* yang berfungsi sebagai pelumas multi fungsi selama proses pemerahan susu. *Milking grease* (Gambar 13.) yang merupakan salap steril yang dibuat dari minyak mineral yang di murnikan dan dibuat secara khusus untuk ambing hewan ternak (Interlac Groupe, 2023). Sedangkan pelumas yang digunakan oleh pemilik GFF adalah minyak goreng yang umumnya digunakan untuk memasak, sehingga belum tentu menjamin

fungsionalitas dan higienitasnya. Berdasarkan Fesseha et al. (2021), diketahui penggunaan lubrikasi yang tidak bersih dapat menyebabkan timbulnya mastitis.

## 5.2. Analisis Fisik

Perubahan karakteristik mikrobiologi selama proses penyimpanan susu dapat mempengaruhi karakteristik fisik dari susu tersebut. Karakteristik fisik seperti viskositas, warna, tekstur dan penampilan dari susu dapat dipengaruhi oleh tumbuh dan berkembangnya mikroba selama waktu penyimpanan (Erkmen & Bozoglu, 2016).

### 5.2.1. Pengukuran Viskositas

Viskositas digunakan untuk mendeskripsikan kekentalan atau kemampuan mengalir suatu bahan cair. Semakin tinggi nilai viskositas maka suatu bahan cair akan semakin kental atau semakin sulit mengalir dan begitu pula sebaliknya (Vaclavik *et al.*, 2021). Berdasarkan Tabel 7. diperoleh hasil pengukuran viskositas susu yang semakin meningkat seiring lamanya waktu penyimpanan baik pada suhu pemasakan LTLT (60°C) ataupun HTST (80°C). Peningkatan viskositas susu dapat dikorelasikan dengan meningkatnya aktivitas mikroba pada susu. Namun, bila melihat hasil analisis mikrobiologi pada Tabel 5. perubahan nilai (*Total Plate Count*) TPC antara hari penyimpanan yang berbeda tidak berbeda secara nyata. Maka peningkatan viskositas susu seiring lama penyimpanan tidak disebabkan oleh perubahan jumlah mikroba, melainkan interaksi lain yang terjadi pada susu selama penyimpanan. Pemanasan dari proses pasteurisasi akan mendenaturasi dan meningkatkan ukuran dari molekul protein susu (peningkatan volumisitas), serta dapat meningkatkan viskositas dari susu (Anema *et al.*, 2014). Hal ini sesuai dengan penelitian X. Li *et al* (2020), yang menyatakan bahwa seiring waktu penyimpanan susu akan mengalami peningkatan viskositas karena molekul mengalami agregasi/penggumpalan sehingga membentuk misel protein yang lebih besar dan jaringan gel yang lemah.

Berdasarkan Tabel 7. dapat dilihat juga data pengukuran viskositas sampel LTLT (60°C) lebih besar dibandingkan sampel HTST (80°C) dan berbeda secara nyata kecuali pada

hari ke-0. Hasil ini tidak sesuai dengan penelitian Li *et al.* (2018), yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu pasteurisasi yang digunakan untuk mengolah susu, maka intensitas denaturasi protein yang terjadi akan lebih tinggi dan menghasilkan susu dengan viskositas yang lebih tinggi. Diduga, perbedaan nilai viskositas antar sampel LTLT yang lebih tinggi dibanding sampel HTST dapat disebabkan oleh banyaknya air yang menguap selama proses pasteurisasi pada sampel LTLT yang menyebabkan jumlah padatan susu yang berlebih dan meningkatkan viskositas. Nilai viskositas yang tidak berbedanya pada hari ke-0 dapat disebabkan oleh sudah terdenaturasinya seluruh protein pada susu maka pada hari ke-0 tidak menunjukkan perbedaan viskositas yang nyata. Namun, seiring disimpan sifat *shear thinning* dari susu akan meningkat sehingga viskositas susu akan meningkat seiring disimpan (X. Li *et al.*, 2020).

### 5.2.2. Pengukuran Warna

Warna pada susu sapi umumnya dideskripsikan sebagai warna putih susu khas yang merupakan hasil dispersi cahaya oleh globula lemak. Susu sapi dapat memiliki sedikit warna kekuningan yang berasal dari lemak dan senyawa caroten yang terkandung di dalam susu (Grigioni *et al.*, 2011 ; SNI 01-3951-1995). Berdasarkan Tabel 8. hasil pengukuran warna menunjukkan tidak semua parameter warna mengalami perubahan yang signifikan pada suhu pengolahan dan lama penyimpanan yang berbeda. Untuk data antara suhu pengolahan yang berbeda perubahan data secara nyata hanya terdapat pada parameter  $a^*$  pada lama penyimpanan 2 hari, L dan  $a^*$  pada lama penyimpanan 4 hari, dan L pada lama penyimpanan 7 hari. Sedangkan untuk antara lama penyimpanan terdapat di parameter L dan  $b^*$  pada suhu pengolahan (HTST) 80°C. Data Tabel 8. dapat divisualisasikan menggunakan bantuan *Colorizer.org* dan menghasilkan warna seperti Tabel 9. menunjukkan warna putih sedikit abu-abu dan hijau yang tidak beda jauh.

Visualisasi ini menunjukkan tidak adanya perubahan warna yang disebabkan oleh perubahan karakteristik mikroba pada susu pasteurisasi karena perubahan nilai (*Total Plate Count*) TPC yang stabil selama penyimpanan. Selain itu, sedikitnya perubahan pada atribut warna menunjukkan rendahnya pengaruh suhu pengolahan dan lama penyimpanan susu terhadap warna yang dimiliki susu. Hal ini dikarenakan proses pasteurisasi

umumnya tidak merubah warna alami dari susu, namun pada proses pemanasan menggunakan suhu yang tinggi dapat mengalami penurunan nilai *Lightness* (L) atau pada suhu yang terlalu tinggi dapat mengalami perubahan warna menjadi coklat akibat reaksi *maillard* (Y. Li *et al.*, 2018; Chugh *et al.*, 2014).

Namun, tidak seluruh sampel HTST (80°C) memiliki nilai L yang lebih rendah dibanding sampel LTLT (63°C). Hanya pada hari ke-7 memiliki nilai L sampel HTST lebih rendah secara nyata dibanding sampel LTLT. Penurunan nilai L dapat disebabkan oleh semakin besarnya ukuran globula lemak selama penyimpanan susu, sehingga dispersi cahaya menjadi tidak merata akibat ukuran globula yang menjadi lebih besar dan warna semakin gelap (abu-abu) (Grigioni *et al.*, 2011).

Nilai kemerah-hijauan ( $a^*$ ) pada sampel LTLT dan HTST tidak mengalami perubahan selama disimpan, tetapi terdapat perbedaan nyata antara nilai  $a^*$  LTLT dan HTST pada penyimpanan hari ke-2 dan ke-4. Dapat dilihat pada perbedaan tersebut, nilai  $a^*$  sampel LTLT lebih tinggi dibanding sampel HTST, yang berarti sampel LTLT lebih berwarna merah dibanding HTST.

Pada nilai kekuning-biruan ( $b^*$ ) sampel LTLT tidak mengalami perubahan selama disimpan, tetapi pada HTST terdapat perbedaan nyata antar hari ke-0 dengan hari ke-2, namun hari lainnya tidak berbeda nyata dengan hari ke-2. Sehingga dapat dikatakan, sampel susu HTST mengalami sedikit peningkatan warna biru selama penyimpanan, peningkatan warna biru dapat disebabkan oleh keberadaan mikroba penhasil pigmen warna. Warna susu dapat berubah menjadi biru apa bila terkontaminasi oleh *Alcaligenes viscolactis* (Erkmen & Bozoglu, 2016). Namun bila dilihat pada visualisasi perubahan warna pada Tabel 9. warna biru tidak tampak.

### 5.3. Analisis Sensori

Selain karakteristik fisik, karakteristik sensori/organoleptik juga dapat dipengaruhi oleh perubahan karakteristik mikrobiologi selama proses penyimpanan susu (Erkmen & Bozoglu, 2016). Sebagian besar kerusakan fisik yang disebabkan oleh pertumbuhan dan



perkembangan dari mikroorganisme seperti perubahan warna, penggumpalan, dan *ropiness* dapat dideteksi dan dievaluasi secara sensoris. Pada penelitian ini analisis sensoris bertujuan untuk mengetahui kesukaan panelis terhadap sampel susu dengan suhu pengolahan dan lama penyimpanan yang berbeda. Bila melihat hasil analisis mikrobiologi pada Tabel 5. perubahan nilai *Total Plate Count* (TPC) antara hari penyimpanan yang berbeda tidak berbeda secara nyata. Maka, perubahan penerimaan sensoris tidak dipengaruhi oleh perubahan jumlah mikroba.

Perubahan kualitas sensoris pada susu setelah dipasteurisasi disebabkan oleh perubahan karakteristik kimia dari nutrisi yang terkandung didalam susu seperti prekursor senyawa volatil, laktosa, garam susu, dan lemak (Wolf *et al.*, 2013). Perubahan rasa pada susu yang diolah menggunakan panas merupakan proses yang dinamis dan akan berkembang seiring waktu. Selain itu, dapat terjadi perubahan seperti munculnya rasa astringen (sepat) dan munculnya warna coklat rasa akibat reaksi *maillard* (Y. Li *et al.*, 2018). Pada susu yang diolah secara *ultrapasteurized* dan *ultra-high-temperature* diketahui memiliki karakteristik sensoris yang sama dengan suhu pasteurisasi biasa. Pada susu *ultrapasteurized* dapat dipersepsi kombinasi rasa khas susu dengan rasa termasak (*cooked*), rasa karamel, dan rasa manis dengan intensitas yang berbeda yang menyusun rasa khas dari susu setelah diolah menggunakan panas. Kombinasi rasa tersebut akan berkurang dan menghilang seiring susu disimpan dan muncul rasa baru yang dapat dideskripsikan sebagai *stale*/hambar, pahit, terpanaskan, atau steril (Wolf *et al.*, 2013).

Berdasarkan Tabel 10. penilaian terhadap atribut rasa pada sampel LTLT menunjukkan perubahan yang semakin menurun seiring meningkatnya lama penyimpanan, sedangkan pada sampel HTST mengalami kenaikan pada hari ke-2, turun pada hari ke-4, dan naik lagi pada hari ke-7. Berdasarkan komentar secara verbal dari beberapa panelis, diketahui bahwa seiring disimpan sampel LTLT rasa khas susu semakin hilang (*stale*/hambar), sedangkan pada sampel HTST rasa khas susu semakin kuat. Selain itu pada hari ke-4 rasa susu sampel LTLT sudah terasa bukan seperti susu melainkan cenderung rasa kulkas. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wolf *et al.* (2013), pada sampel LTLT kombinasi rasa yang menyusun rasa khas susu pada susu akan menghilang seiring disimpan dan menimbulkan rasa *stale*/hambar sehingga penilaian kesukaan akan menurun seiring bertambahnya lama

penyimpanan. Sedangkan pada sampel HTST, naik-turunnya penilaian kesukaan terhadap rasa disebabkan oleh bedanya tingkat deteriorasi senyawa penyusun rasa pada masing-masing hari. Selain itu, dapat dilihat sampel HTST secara nyata memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan sampel LTLT. Hal ini dikarenakan suhu yang lebih tinggi akan meningkatkan intensitas rasa khas susu (Wolf *et al.*, 2013).

Berdasarkan Tabel 10. penilaian terhadap atribut aroma pada sampel LTLT menunjukkan perubahan yang semakin menurun namun perbedaan secara nyata mulai terlihat pada hari ke-7. Sedangkan pada sampel HTST menunjukkan perubahan yang semakin menurun namun tidak berbeda secara nyata pada tiap harinya. Aroma pada susu merupakan kombinasi senyawa volatil yang terbentuk selama proses pengolahan susu menggunakan panas (Wolf *et al.*, 2013). Senyawa volatil yang berperan menyusun aroma dari susu meliputi senyawa sulfur, metil keton, aldehid, dan berbagai senyawa lain (Wolf *et al.*, 2013; Engin & Yunceer, 2012). Antar suhu pengolahan yang berbeda dapat dilihat sampel LTLT memiliki penilaian yang lebih rendah (berbeda nyata) dibanding HTST kecuali pada hari ke-2 (tidak berbeda nyata). Berdasarkan Wolf *et al.* (2013) senyawa volatil yang terkandung pada susu akan semakin meningkat seiring meningkatnya suhu pengolahan susu. Dengan demikian, sampel HTST cenderung memiliki penilaian kesukaan yang lebih tinggi dibanding sampel LTLT.

Berdasarkan Tabel 10. Penilaian terhadap atribut warna pada sampel LTLT dan HTST menunjukkan perubahan yang semakin menurun, namun perbedaan secara nyata mulai terlihat setelah hari ke-2 dan hari lainnya tidak beda secara nyata. Sedangkan, antar suhu pengolahan yang berbeda dapat dilihat sampel LTLT dan HTST memiliki penilaian kesukaan warna yang tidak beda secara nyata. Hasil ini dapat didukung dengan hasil pengukuran parameter fisik warna yang cenderung stabil (Tabel 8. Dan Tabel 9.). Warna dari susu dapat dideskripsikan sebagai warna putih susu khas yang merupakan hasil dispersi cahaya oleh globula lemak dan dapat memiliki sedikit warna kekuningan yang berasal dari lemak dan senyawa caroten yang terkandung di dalam susu (Grigioni *et al.*, 2011). Perubahan warna pada produk susu, umumnya disebabkan oleh proses pengolahan menggunakan panas, yaitu munculnya warna coklat akibat reaksi *maillard*. Selain itu, perubahan warna pada susu juga dapat disebabkan oleh kontaminasi mikroba penghasil

pigmen biru seperti *Alcaligenes viscolactis* (Erkmen & Bozoglu, 2016). Hasil penelitian menunjukkan tidak ada perubahan warna menjadi coklat ataupun biru secara tampak pada sampel susu.

Berdasarkan Tabel 10. Penilaian terhadap atribut tekstur (*mouth feel*) pada sampel LTLT semakin menurun seiring lama penyimpanan dan perbedaan nyata mulai terlihat pada hari ke-2. Sedangkan penilaian pada sampel HTST juga mengalami penurunan sampai hari ke-4 dan naik pada hari ke-7, namun perubahan penilaian pada sampel HTST tidak berbeda secara nyata. Menurunnya penilaian kesukaan terhadap atribut tekstur dapat disebabkan oleh meningkatnya viskositas dari sampel seiring sampel disimpan sesuai dengan pengukuran viskositas yang dilakukan (Tabel 7.). Hal ini dikarenakan meningkatnya viskositas selama penyimpanan dapat diasosiasikan dengan kesegaran pada susu (Erkmen & Bozoglu, 2016).

Berdasarkan Tabel 10. penilaian terhadap atribut kesegaran pada sampel LTLT dan HTST cenderung menurun seiring lama penyimpanan, namun sampel LTLT menunjukkan penilaian kesegaran yang lebih rendah dibanding HTST kecuali pada hari ke-0 karena tidak beda nyata. Penurunan kesegaran dapat dikaitkan dengan menurunnya penilaian kesukaan terhadap atribut rasa, aroma, dan tekstur dari susu karena sudah mengalami perubahan dari rasa, aroma, dan tekstur semula atau dapat juga dideskripsikan sudah tidak normal (Apriliyani & Apriliyanti, 2018; Erkmen & Bozoglu, 2016; Techer *et al.*, 2014).

Berdasarkan Tabel 10. penilaian terhadap atribut keseluruhan pada sampel LTLT dan HTST mengalami penurunan seiring meningkatnya lama penyimpanan. Bila dibandingkan antar suhu pengolahan yang berbeda, sampel HTST memiliki penilaian kesukaan yang lebih tinggi (berbeda secara nyata) pada atribut keseluruhan dibanding sampel LTLT. Dengan demikian, diketahui sampel susu HTST lebih dapat menjaga kualitas sensori seiring disimpan selama 7 hari dibanding sampel LTLT.