

Artikel Penelitian

Perubahan Total Bakteri, pH, dan Melanoidin Susu selama Pemanasan Suhu 70°C

The Change of Total Bacteria, pH, and Melanoidin Milk During Heating Temperature on 70°C

M. A. Wibisono, S. B. M. Abduh, dan Y. B. Pramono

Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang

*Korespondensi dengan author (setya.abduh@undip.ac.id)

Artikel ini dikirim pada tanggal 16 Oktober 2015 dan dinyatakan diterima tanggal 10 Februari 2016. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui www.jatp.ift.or.id. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2016

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan jumlah bakteri susu terhadap suhu pemanasan 70°C pada lama pemanasan yang berbeda serta mengkaji kerusakan fisik dan kimiawi susu. Pemanasan 70°C dengan periode 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 menit diterapkan untuk mengkaji kematian bakteri susu dan risiko kerusakan kimiawi yang mengakibatkan perubahan intensitas pencoklatan susu dan perubahan pH. Total bakteri dihitung dengan metode cawan tuang. Intensitas pencoklatan diamati dengan spektrofotometri (420 nm). Data perubahan total bakteri ditampilkan dalam grafik semi-log untuk menentukan nilai D. Perubahan intensitas pencoklatan, dan perubahan nilai pH dianalisa dengan analisa deskriptif terhadap perubahan grafik. Penelitian menunjukkan, waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 90% bakteri (Nilai D) pada suhu 70 °C adalah sebesar 7552,49 detik. Pemanasan yang dilakukan tidak mengubah intensitas pencoklatan susu (0,4 – 0,6 abs) tapi meningkatkan pH meski masih dalam batas normal (6,65 – 6,81). Nilai kemiringan (Slope) pada grafik total bakteri menunjukkan angka $-1,32 \times 10^{-4}$, pada grafik pH menunjukkan angka $4,24 \times 10^{-5}$, pada grafik melanoidin menunjukkan angka $1,19 \times 10^{-5}$. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penurunan bakteri susu dipengaruhi oleh pemanasan. Nilai D bakteri sebanyak 1 siklus logaritma membutuhkan waktu sebesar 5789,26 detik. Perubahan pH susu akibat pemanasan terjadi dalam rentang normal sebesar 6,66 hingga 6,85. Intensitas pencoklatan berbanding lurus dengan periode pemanasan, dengan konstanta laju perubahan intensitas pencoklatan (k) sebesar $8 \times 10^{-5}/s$. Nilai kemiringan (Slope) pada total bakteri, pH, dan melanoidin berturut-turut adalah $-1,32 \times 10^{-4}$; $4,24 \times 10^{-5}$; dan $1,19 \times 10^{-5}$. Nilai kemiringan pada total bakteri lebih besar dibandingkan pH dan melanoidin menunjukkan bahwa susu tahan terhadap suhu yang dihasilkan dari pemanasan dan terjadi kematian bakteri dalam jumlah besar sesuai dengan tujuan dari pemanasan susu.

Kata kunci : susu, pemanasan, total bakteri, pH, dan melanoidin

Abstract

This research was aimed to find the decrement of milk bacteria toward heating period at 70 °C to different heating time and to examine more further on milk physically and chemically damage. A 70 °C heating periode on 5, 10, 15, 20, 25 and 30 minutes were applied to examine milk bacteria's death and the risk of chemically damage which was causing the change of intensity of milk browning and pH conversion. Total bacteria were counted with Total Plate Count method. The browning intensity was observed with spectrophotometry on 420 nm. The change of total bacteria's data was showed on semi-log graph to determine D-value. The change of browning intensity and pH value were analysed with descriptive analyze toward graph changes. The research showed, to eliminate 90% bacteria (D-Value) on 70 °C was required about 7552.49 seconds. The heating didn't change the browning intensity (0.4 – 0.6 abs) but increased pH value though still on the normal standard (6.65 – 6.81). The slope on total bacteria graph showed on -1.32×10^{-5} , on pH Graph showed on 4.24×10^{-5} , on Melanoidin Graph showed 1.19×10^{-5} . Based on the observation result can be concluded that the decrement of milk bacteria was affected with heating. 1 logarithm cycle of bacteria D-value was needed 5789.26 seconds. The milk's pH, change which was affected by heating, was happened on normal range between 6.66 to 6.85. The browning intensity was equal with the heating period, the rate of change constants of browning intensity (k) which is $8 \times 10^{-5}/s$. The slope on total bacteria, pH, and melanoidin is 1.32×10^{-4} ; 4.24×10^{-5} ; dan 1.19×10^{-5} . The slope on total bacteria was more than pH and melanoidin, showed that milk can be temperature-resistant, which was produced from heating and there was the bacteria elimination in large number which was appropriate with the purpose of milk heating.

Keywords : milk, heating, total bacteria, pH and melanoidin

Pendahuluan

Susu merupakan produk pangan yang masuk dalam daftar makanan pelengkap dalam pedoman gizi 4

sehat 5 sempurna karena kandungan gizinya yang tinggi. Seiring meningkatnya pengetahuan dan kesadaran masyarakat terhadap makanan yang bergizi untuk tubuh

maka susu merupakan salah satu yang menjadi pilihan masyarakat dalam memenuhi kebutuhan gizi. Susu segar yang akan dikonsumsi masyarakat dimasak terlebih dahulu dengan cara melakukan pemanasan atau pasteurisasi. Menurut SNI 01-3951-1995 susu pasteurisasi adalah susu segar, susu rekonstitusi, susu rekombinasi yang telah mengalami proses pemanasan pada temperatur 6° C –66° C selama minimum 30 menit atau pada pemanasan 72° C selama minimum 15 detik, kemudian segera didinginkan sampai 10° C, selanjutnya diperlakukan secara aseptis dan disimpan pada suhu maksimum 4,4°C. Pengetahuan masyarakat mengenai pemanasan yang optimal dinilai masih kurang. Hal ini yang mendasari perlunya terdapat kajian terhadap optimalisasi suhu dan waktu yang tepat sehingga dapat diterapkan oleh masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan jumlah bakteri susu terhadap suhu pemanasan 70°C pada lama pemanasan yang berbeda serta mengkaji lebih dalam terhadap kerusakan fisik dan kimiawi susu.

Materi dan Metode

Pemanasan Susu dilakukan dengan cara mengisi 100 ml susu kedalam botol yang sudah disterilkan. Botol tersebut diberi label T1, T2, T3 sebagai ulangan dalam 1 periode eksperimen . Setiap botol dipasang tutup yang diberi sedikit lubang agar tidak terlalu berlebihan tekanan dan panas dalam botol. Dua botol tambahan disediakan untuk tempat sampel susu, botol pertama dipasang termometer dan dimasukkan ke dalam waterbath bersama dengan sampel sebagai acuan untuk mengukur

Tabel 1. Reduksi Bakteri Susu pada Pemanasan Suhu 70°C pada Periode yang Bervariasi

Waktu (detik)	Total bakteri (CFU/ml)		Bakteri yang bertahan (CFU/ml)	Log bakteri yang bertahan (CFU/ml)
	Sebelum pemanasan	Setelah pemanasan		
0		182413	182413	5,2611
300	220750	164500	135932	5,1333
600	220750	149750	123744	5,0925
900	44650	22175	90594	4,9571
1200	368000	190667	94511	4,9755
1500	209250	171333	149359	5,1742
1800	209250	167833	146308	5,1653
2100	4243	1232	52958	4,7239
Slope				-1,32x10 ⁻⁴
Nilai D (s)				7552,49

Tabel 2. Perubahan pH Susu pada Pemanasan Suhu 70° C dengan Periode yang Bervariasi

Periode pemanasan (s)	Nilai pH		Perubahan Nilai pH
	Sebelum pemanasan	Sesudah pemanasan	
0		6,65	6,65
300	6,60	6,66	6,70
600	6,60	6,66	6,71
900	6,60	6,75	6,80
1200	6,60	6,77	6,81
1500	6,71	6,80	6,74
1800	6,71	6,80	6,74
2100	6,72	6,83	6,76
Slope			4,24x10 ⁻⁵

Tabel 3. Perubahan Intensitas Pencoklatan Susu pada Pemanasan Suhu 70°C dengan Periode yang Bervariasi

Periode pemanasan (detik)	Intensitas Pencoklatan (Abs)		Perubahan Intensitas Pencoklatan (Abs)
	Sebelum pemanasan	Sesudah pemanasan	
0		0,5	0,5
300	0,5	0,4	0,4
600	0,4	0,4	0,6
900	0,4	0,3	0,4
1200	0,5	0,3	0,3
1500	0,6	0,4	0,4
1800	0,4	0,5	0,6
2100	0,6	0,6	0,5
Slope			1,19x10 ⁻⁵

suhu susu dalam botol. Botol kedua tidak diberi perlakuan pemanasan sebagai kontrol perlakuan. Botol dipanaskan dalam *waterbath* pada suhu susu 70°C selama periode yang telah ditentukan.. Memasukkan sampel susu ke dalam *waterbath* kemudian mengamati perubahan waktu pemanasan dalam periode waktu 300, 600, 900, 1200, 1500, 1800 dan 2100 detik. Sampel susu yang telah dipanaskan kemudian didinginkan dengan menggunakan air es hingga suhu turun menjadi 10°C agar sampel dapat segera diuji. Sampel susu diuji mutunya yang meliputi Total Bakteri, pH, dan Melanoidin. Total bakteri dihitung menggunakan metode cawan tuang. Nilai pH diukur menggunakan pH meter elektronik, dan melanoidin dihitung menggunakan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 420 nm

Perubahan total bakteri, pH, dan melanoidin dalam periode waktu ke-0 hingga 2100 detik dianalisis secara deskriptif. Analisis ini menjelaskan perubahan yang terjadi selama pemanasan yang ditunjukkan oleh parameter pengujian sehingga dapat diketahui cara pemanasan yang baik tanpa merusak kualitas susu. tujuan utama pemanasan susu adalah untuk membunuh bakteri patogen, namun diharapkan perubahan yang terjadi di dalam komposisi, flavor dan nilai nutrisi seminimal mungkin ([Hadiwiyoto, 1994](#)).

Hasil dan Pembahasan

Reduksi Total Bakteri

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data tentang reduksi bakteri pada suhu 70 °C terhadap waktu yang bervariasi. Reduksi bakteri sebelum pemanasan atau pada pemanasan 0 detik pada Tabel 1 menunjukkan jumlah bakteri sebanyak 182.413 CFU/ml. Penurunan jumlah bakteri yang tertinggi sebanyak 52958 CFU/ml terdapat pada periode pemanasan 2100 detik. Pemanasan pada periode 900 dan 1200 detik memiliki jumlah penurunan bakteri yang hampir sama yaitu 90954 CFU/ml dan 94451 CFU/ml tetapi pada periode pemanasan 1500 detik mengalami peningkatan jumlah bakteri sebesar 149359 CFU/ml.

Penurunan bakteri yang tidak konsisten selama periode pemanasan ini disebabkan oleh ada nya kemungkinan jenis bakteri tertentu yang resisten terhadap panas dalam jumlah yang banyak, selain itu adanya bakteri yang berkelompok atau berkoloni sehingga hanya bakteri yang terdapat pada permukaan paling luar yang terkena langsung oleh panas yang mengalami kematian, periode pemanasan juga berpengaruh terhadap kematian bakteri. Menurut [Hariyadi \(2010\)](#) setiap mikroba mempunyai sifat ketahanan panas pada suhu tertentu yang berbeda-beda. lebih lanjut ditambahkan apabila sejumlah mikroba dipanaskan pada suhu (T) konstan tertentu, sebagian mikroba akan mengalami kematian, Semakin lama pemanasan semakin banyak mikroba yang mengalami kematian; sehingga jumlah mikroba yang bertahan hidup akan menurun secara logaritmis. Pemanasan pada suhu

70 °C dalam periode bervariasi yang dilakukan secara keseluruhan telah memenuhi persyaratan dari SNI mengenai ambang batas cemaran mikroba. Hal ini sesuai dengan pendapat Ba Badan Standarisasi Nasional (2009) bahwa batas maksimum cemaran mikroba dalam susu segar dan susu pasteurisasi, untuk total bakteri pada susu segar 1×10^6 koloni/ml dan untuk susu pasteurisasi 5×10^4 koloni/ml .

Kurva pada ilustrasi 1 menunjukkan bahwa penurunan bakteri yang bertahan akibat pemanasan belum mencapai 1 siklus logaritmik atau penurunan sebesar 90%. Nilai D adalah waktu yang diperlukan untuk mereduksi bakteri sebesar satu siklus log pada suhu tertentu ([Heldman and Singh, 2001](#)). Berdasarkan perhitungan nilai D yang terdapat pada lampiran 2 menunjukkan angka 7552,49 detik, sehingga pemanasan pada suhu 70 °C memerlukan waktu pemanasan 7552,49 detik untuk mendapatkan penurunan bakteri 1 siklus logaritmik atau penurunan sebesar 90%. Nilai D yang diperoleh besar karena pemanasan yang sesuai membutuhkan periode yang lama, bakteri awal tinggi, dan sistem pemanasan menggunakan bath pasteurisasi.

Perubahan pH

Berdasarkan data hasil penelitian didapatkan hasil pada Tabel 2 bahwa nilai pH susu sebelum pemanasan sebesar 6,65 dan setelah pemanasan pada periode 2100 detik sebesar 6,76. Hal ini menggambarkan tidak terdapat perubahan yang signifikan dari efek pemanasan terhadap pH susu. Secara keseluruhan data pada tabel masih dalam rentang 6,6-6,8 yang menunjukkan bahwa kondisi pH susu dikatakan normal atau baik. Hal ini sesuai dengan [SNI 01-3141-1998](#), rataan pH susu adalah sekitar 6-7. Selain itu perubahan pH akibat aktivitas mikroba tidak terlihat dalam grafik pH karena tidak terjadi penurunan pH ke dalam suasana asam. Menurut [Saleh \(2004\)](#) susu dapat tercemar oleh bakteri karena susu mengandung bahan- bahan yang diperlukan bakteri untuk hidup seperti protein, mineral, karbohidrat, lemak, dan vitamin dan apabila tercemar oleh bakteri maka secara otomatis susunan serta keadaan susu tersebut dapat berubah. Dijelaskan lebih lanjut oleh [Manik \(2006\)](#) kenaikan dan penurunan pH ditimbulkan dari hasil konversi laktosa menjadi asam laktat oleh mikroorganisme aktivitas enzimatik.

Perubahan Melanoidin

Berdasarkan data pada Tabel 3 pemanasan pada suhu 70°C tidak berpengaruh pada perubahan melanoidin atau intensitas pencoklatan pada susu. Hal ini dapat dilihat dari nilai absorban pada susu sebelum dipanaskan sebanyak 0,5 terhadap susu yang sudah dipanaskan berada pada rentang 0,4-0,6 terhadap pemanasan pada periode 300- 2100 detik.

Beberapa penyebab yang mempengaruhi perubahan intensitas pencoklatan pada pemanasan kali ini adalah suhu pemanasan, periode pemanasan,

kandungan laktosadan protein susu yang berbeda karena sampel susu diambil pada hari yang berbeda pada setiap eksperimennya, selain itu bakteri pada sampel susu memiliki kemampuan yang berbeda-beda untuk melakukan reaksi dengan protein. Protein pada susu merupakan komponen utama dalam reaksi *Maillard* dalam menghasilkan pigmen melanoidin yang berwarna coklat apabila bekerja secara optimal reaksi tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat [Bailey and Won \(1992\)](#) yang menyatakan bahwa tahap akhir dari reaksi *Maillard* akan menghasilkan pigmen-pigmen melanoidin yang berwarna coklat. Dijelaskan lebih lanjut oleh [Muchtadi \(2010\)](#) warna coklat merupakan hasil akhir dari reaksi aldehid-aldehid aktif terpolimerisasi dengan gugus amino membentuk senyawa coklat yang disebut melanoidin. Reaksi pencoklatan atau reaksi *Maillard* terjadi karena adanya reaksi antara gula pereduksi dengan gugus amin bebas dari asam amino atau protein.

Total Bakteri, pH, dan Melanoidin Terhadap Kualitas Susu

Perhitungan nilai kemiringan (Slope) tabel pengujian total bakteri, pengujian pH dan melanoidin susu pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 menunjukkan angka $-1,32 \times 10^{-4}$ pada total bakteri, $4,24 \times 10^{-5}$ pada pengujian pH, dan $1,19 \times 10^{-5}$ pada melanoidin. Nilai *slope* merupakan suatu nilai yang menunjukkan seberapa besar kontribusi (sumbangan) yang diberikan suatu variabel X terhadap variabel Y. Nilai slope dapat pula diartikan sebagai rata-rata pertambahan (atau pengurangan) yang terjadi pada variabel Y untuk setiap peningkatan satu satuan variabel X ([Kurniawan, 2008](#)). Nilai kemiringan negatif pada total bakteri menunjukkan bahwa lama pemanasan berbanding terbalik terhadap jumlah bakteri, semakin lama periode pemanasan semakin berkurang jumlah bakteri. Nilai kemiringan positif pada pengujian pH dan melanoidin menunjukkan bahwa lama pemanasan berbanding lurus terhadap perubahan nilai pH dan melanoidin.

Nilai kemiringan pada total bakteri lebih besar dibandingkan dengan pengujian pH dan melanoidin. Nilai kemiringan pada pengujian pH hampir sama dengan nilai kemiringan pengujian melanoidin. Hal ini menggambarkan bahwa lama pemanasan berpengaruh lebih besar dalam mengurangi jumlah bakteri pada susu dibandingkan dengan perubahan nilai pH dan melanoidin yang merupakan indikator kerusakan kualitas susu. Perubahan nilai pH yang tidak terjadi setelah pemanasan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pemanasan susu tidak mempengaruhi perubahan pH, sedangkan total bakteri mengalami penurunan jumlah dari sebelum pemanasan. Total bakteri yang terkandung dalam susu sebelum dan sesudah pemanasan juga tidak mempengaruhi pH susu sehingga kualitas susu tetap terjaga. Menurut [Wardhana \(2010\)](#) susu yang keasamannya tinggi akan menggumpal apabila dipanaskan atau direbus, hal ini disebabkan adanya protein susu kasein dan albumin. Dijelaskan lebih

lanjut oleh [Erlina dan Zuraida \(2008\)](#) Derajat keasaman susu menunjukkan 2 hal yaitu keasaman yang memang ada dalam susu dan keasaman yang disebabkan kontaminasi bakteri. Adanya asam laktat karena kontaminasi bakteri mengubah laktosa menjadi asam laktat dan menyebabkan penurunan pH susu.

Pemanasan juga tidak berpengaruh besar terhadap perubahan melanoidin yang ditunjukkan pada Tabel 4. Sehingga kerusakan fisik susu yang dihasilkan dari reaksi pencoklatan (melanoidin) tidak terjadi, sedangkan perubahan total bakteri terjadi pengurangan jumlah setelah pemanasan. Jumlah bakteri yang terkandung dalam susu sebelum dan setelah pemanasan juga tidak mempengaruhi perubahan melanoidin. Menurut [Reineccius \(2006\)](#) adanya reaksi antara gula pereduksi dan asam amino melalui jalur reaksi *Maillard* memberikan perubahan warna bahan makanan dari kuning sampai membentuk warna kecoklatan. Ditambahkan [sun et al. \(2006\)](#) bahwa reaksi yang terjadi antara protein dan jenis gula pereduksi yang berbeda selama pemanasan akan menghasilkan intensitas warna coklat yang berbeda pula.

Kesimpulan

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa penurunan bakteri susu dipengaruhi oleh pemanasan. Nilai D bakteri sebanyak 1 siklus logaritma membutuhkan waktu sebesar 5789,26 detik. Perubahan pH susu akibat pemanasan terjadi dalam rentang normal sebesar 6,66 hingga 6,85. Intensitas pencoklatan berbanding lurus dengan periode pemanasan, dengan konstanta laju perubahan intensitas pencoklatan (k) sebesar $8 \times 10^{-5}/s$. Nilai kemiringan (Slope) pada total bakteri, pH, dan melanoidin berturut-turut adalah $-1,32 \times 10^{-4}$; $4,24 \times 10^{-5}$; dan $1,19 \times 10^{-5}$. Nilai kemiringan pada total bakteri lebih besar dibandingkan pH dan melanoidin menunjukkan bahwa susu tahan terhadap suhu yang dihasilkan dari pemanasan dan terjadi kematian bakteri dalam jumlah besar sesuai dengan tujuan dari pemanasan susu.

Daftar Pustaka

- Bailey, M. E, and Won, U K. 1992. *Maillard reaction and lipid oxidation*. Di dalam: Angelo AJS. *Lipid Oxidation in Food*. ACS symposium series. New York: August 25-30
- Badan Standarisasi Nasional. 1995 [BSN]. SNI 01-3951-1995. Susu Segar. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1998 [BSN]. SNI 01-3141-1998. Susu Segar. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Erlina, S., dan A. Zuraida. 2008. Derajat keasaman dan angka reduktase susu sapi pasteurisasi dengan lama penyimpanan yang berbeda. *Fakultas Pertanian Universitas Islam Kalimantan. Ziraa'ah* 23 (3): 191-192.
- Hadiwiyoto, S. 1994. *Teori dan Prosedur Pengujian Mutu Susu dan Hasil Olahannya*. Liberty. Jakarta.

- Hariyadi, P. 2010. Sterilisasi UHT dan Pengemasan Aseptik. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Heldman, D.R and R.P. Singh. 2001. Introduction to Food Engineering. London: Academic Press. Halaman 334-339.
- Kurniawan, D. 2008. Regresi Linear. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Manik, E. 2006. Olahan Susu. Jakarta : Pusat Unit Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Muchtadi, D. 2010. Teknik Evaluasi Gizi Protein. Alfabeta. Bandung.
- Reineccius, G. 2006. Flavor Chemistry and Technology. Ed 2nd. Taylor and Franchis Group, LLC.
- Saleh, E. 2004. Dasar Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan Ternak. Program Studi Produksi Ternak. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Sun, Y., S. Hayakawa, S. Puangmanee and K. Izumori. 2006^a. Chemical properties and antioxidative activity of glycated α -lactalbumin with a rare sugar, D-allose, by Maillard reaction. J. Food Chemistry. 95: 509-517.
- Wardana, A. S. 2010. Materi Kuliah Teknologi Pengolahan Susu, Pasteurisasi dan Sterilisasi. (<http://kuliahpangan77.wordpress.com/2010/03/13/pasteurisasi-dan-sterilisasi/>). Diakses pada tanggal 17 Juli 2013.