

## KAJIAN PENGURANGAN TOTAL MIKROBA PADA SUSU SAPI SEGAR MENGUNAKAN METODE PASTEURISASI *DIRECT STEAM INJECTION*

### *Study of Reducing Total Microbial on Fresh Cow Dairy Pasteurization Using Direct Steam Injection Method*

Beauty Suestining Diyah Dewanti<sup>1</sup>, Sudarminto Setyo Yuwono<sup>2</sup>, Karunia Widhianingputri<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Jurusan Teknologi Industri Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran - Malang 65145

\*Penulis Korespondensi: email: beauty\_dewanti@yahoo.com/beauty\_dewanti@ub.ac.id

#### ABSTRAK

Susu segar sangat mudah terkontaminasi oleh berbagai bakteri patogen sehingga tidak tahan lama. Banyaknya jumlah mikroba dalam susu segar pada proses pengolahan menjadikan metode uap panas (*Direct Steam Injection*) sebagai cara untuk mengolah susu dengan suhu yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh tekanan dan kecepatan laju alir terhadap sifat fisik, kimia, dan mikrobiologi susu sapi pasteurisasi. Penelitian ini disusun menggunakan rancangan percobaan jenis Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah kecepatan laju aliran susu yaitu 1.724 ml/s dan 0.877 ml/s. Faktor kedua adalah tekanan uap panas yaitu 0.75 atm, 1 atm, 1.25 atm. Data pengamatan yang diperoleh kemudian dianalisa secara statistik menggunakan metode analisa ragam ANOVA (*Analysis of Variance*), dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) atau DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) menggunakan selang kepercayaan 5%. Pemilihan perlakuan terbaik dilakukan dengan metode *De Garmo*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada interaksi yang signifikan antara dua faktor suhu produk dan stabilitas emulsi. Perlakuan tekanan *steam* memberikan efek yang signifikan ( $\alpha=0.05$ ) pada *Total Plate Count* (TPC), dan kadar air. Perlakuan terbaik dihasilkan oleh tekanan uap dari 1.25 atm dan laju 0.877 ml/detik mengalir. Produk ini ditandai dengan TPC 5.68 log cfu/ml, kadar air 92.75%, viskositas 0.96 cps, emulsi stabilitas 11 jam, tingkat protein 1.8%, dan kadar lemak 6.42%.

Kata kunci : Laju Alir, Mikroba, Pemanasan, Susu Pasteurisasi, Tekanan

#### ABSTRACT

Fresh milk is perishable because easily contaminated by pathogenic bacteria. Due to the number of the microbe that exists in the fresh milk during the production process, a method called *Direct Steam Injection* comes into view to be used as a way to produce milk using high temperature. The purposes of this research are to obtain the effect of pressure and flow rate on the physical, chemical, and microbiological properties of milk. The research is done by using *Factorial Randomized Block Design* consists of two factors. The first factor is milk flow rates which are (1.724 ml/s and 0.877 ml/s). The second factor is steam pressures (T) which are (0.75 atm, 1 atm, and 1.25 atm). The data obtained through 3 replication. Data is analyzed statistically using ANOVA (*Analysis of Variance*) and then continued by using either (LSD) or DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) with confidence interval 5%. The best treatment is determined using *De Garmo* method. The result of the research shows that there is a significant interaction between two factors on product temperature and emulsion stability. The steam pressure treatment gives a significant effect ( $\alpha=0.05$ ) on the total plate count (TPC), and water content. The best treatment is produced by steam pressure of 1.25 atm and flow rate of 0.877 ml/s. The product is characterized by TPC 5.68 log cfu/ml, water content 92.75 %, viscosity 0.96 cps, emulsion stability 11 hours, protein content 1.8%, and fat content 6.42%.

Keywords: Flow Rate, Heating, Microbe, Pasteurization Milk

## PENDAHULUAN

Susu merupakan bahan makanan sempurna yang didalamnya mengandung nilai gizi yang tinggi sehingga baik untuk dikonsumsi manusia (Dwidjoseputra, 1998; Pratiwi, 2011). Penyusun utama susu adalah air, lemak, protein, hidrat arang, mineral, dan vitamin (Boutinaud dan Jammes, 2002). Dengan nilai gizi yang tinggi tersebut susu merupakan media yang baik untuk pertumbuhan berbagai macam mikroorganisme, baik mikroorganisme yang menguntungkan maupun mikroorganisme yang dapat membahayakan manusia (Li *et al.*, 2014).

Banyaknya jumlah mikroba dalam susu segar pada proses pengolahan menjadikan metode uap panas (*Direct Steam Injection*) sebagai salah satu cara untuk mengolah susu dengan suhu yang tinggi. Penggunaan metode tersebut diduga memiliki beberapa keuntungan seperti waktu proses yang singkat, meminimalisasi kerusakan nutrisi, sistem kerja sederhana, dan efektif dalam membunuh mikroba, serta memodifikasi alat pasteurisasi dalam metode *direct steam injection* dengan lebih sederhana sehingga *home industry* dapat mengaplikasikan dalam proses pengolahan susu (Saleh, 2004; Harianja, 2009; Irawati, 2011; Alvarez, 2013).

Bozena (2007) menggunakan *direct steam injection* metode uap injeksi langsung dan infus uap untuk proses pengolahan susu UHT. Kasein dalam sampel yang dihasilkan oleh infus uap adalah lebih besar daripada dalam sampel dari injeksi uap. Hal ini dapat terjadi karena *b-lactoglobulin* terikat baik pada permukaan misel kasein daripada sampel dari injeksi uap. Dengan pemahaman metode *direct steam injection* mampu menghasilkan produk lebih cepat dan dengan biaya yang lebih rendah, tetapi tetap mempertahankan warna alami, tekstur, dan rasa yang diinginkan secara konsisten (Blake 1995; Lado, 2002; Datta, 2002).

Mengacu pada berbagai kelebihan dari metode *direct steam injection*, maka penelitian ini bertujuan untuk menguji tingkat efektivitas dari metode tersebut dalam mengurangi total mikroba yang terkandung di dalam susu sapi dengan membandingkan hasil akhir jumlah mikroba tersisa dengan batasan SNI susu pasteurisasi (Blake *et al.*, 1995; . Hasil dari penelitian ini, *home industry* dapat memanfaatkan metode *direct steam in-*

*jection* sebagai teknik pengolahan susu yang tepat guna dan mudah untuk diaplikasikan.

Kelemahan dari susu segar adalah tidak tahan lama (Biggs *et al.*, 1984; Davis *et al.*, 2014). Masyarakat beranggapan bahwa proses pengolahan susu merupakan cara untuk membuat susu lebih tahan lama. Namun, pada susu yang diolah ditemukan jumlah mikroba yang besar. Rata-rata dalam waktu enam jam kondisi susu akan rusak karena kontaminasi dengan udara. Pengolahan susu secara pasteurisasi biasanya dengan memberi perlakuan panas antara 63-72 °C selama 15 detik. Tujuannya adalah untuk membunuh bakteri pathogen serta sebagian besar bakteri pembusuk (Quigley *et al.*, 2013; Ranieri *et al.*, 2013; Goff and Griffiths, 2006).

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan untuk analisa pengujian kandungan nutrisi pada susu segar adalah aquades, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, NaOH 45% teknis, tablet Kjeldahl, asam borat, HCl 0.1 N, NaOH Pa 0.1 N, pelarut PE, indikator PP, dan indikator metil red.

Bahan-bahan yang digunakan untuk pengujian kandungan mikroorganisme pada susu segar adalah analisa TPC dengan media PCA, pepton, alkohol 70%, aluminium foil, spiritus, kapas, karet, akuades, kertas coklat, plastik 5 kg.

### Alat

Alat yang digunakan untuk pemanasan susu adalah panci presto, panci biasa, pipa tembaga, baskom, gelas ukur, termometer, klep, lap, dan botol penyimpanan.

Alat yang digunakan untuk analisa adalah autoklaf, *laminar air flow*, *vortex*, kompor listrik, *blue tip*, tabung reaksi, buret, statif, pipet volume 1 ml dan 10 ml, cawan petri, pipet tetes, lampu, bunsen, rak tabung, mikro pipet, inkubator 37 °C (oven listrik *Ecocell*), tabung Kjeldahl, *Behr Distillation Unit*, erlenmeyer, beaker glass, timbangan *Analytical Balance Denver Instrument*, desikator.

### Metode

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap. Pada penelitian tahap I penelitian dilakukan dengan cara pemanasan sampel, sedangkan pada penelitian tahap II dilakukan

dengan tahap analisa sampel susu meliputi pH, total mikroorganisme, protein, dan lemak.

Perlakuan penelitian ini menggunakan bahan baku susu sapi segar yang kemudian dipasteurisasi menggunakan metode *direct steam injection* dengan tekanan 0.75 atm, 1 atm, 1.25 atm serta kecepatan laju aliran 1.724 ml/s dan 0.877 ml/s yang disusun secara faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama terdiri dari dua level yaitu kecepatan laju aliran dan faktor kedua terdiri dari tiga level yaitu tekanan uap panas sehingga diperoleh enam kombinasi perlakuan dengan tiga kali ulangan sebagai berikut.

- V1T1 : Jumlah susu mengalir 1.724 ml/s, pemanasan dengan tekanan 0.75 atm
- V2T1 : Jumlah susu mengalir 0.877 ml/s, pemanasan dengan tekanan 0.75 atm
- V1T2 : Jumlah susu mengalir 1.724 ml/s, pemanasan dengan tekanan 1 atm
- V2T2 : Jumlah susu mengalir 0.877 ml/s, pemanasan dengan tekanan 1 atm
- V1T3 : Jumlah susu mengalir 1.724 ml/s, pemanasan dengan tekanan 1.25 atm
- V2T3 : Jumlah susu mengalir 0.877 ml/s, pemanasan dengan tekanan 1.25 atm

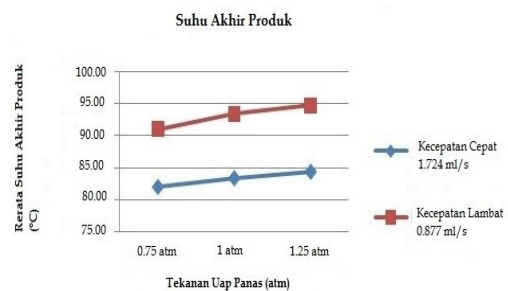
Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi *Total Plate Count* (TPC), kestabilan emulsi, kadar air, viskositas, dan suhu akhir produk. Pengolahan data dilakukan dengan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga kali ulangan. Data pengamatan yang diperoleh kemudian dianalisa secara statistik menggunakan metode analisa ragam ANOVA (*Analysis of Variance*), dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) atau DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) menggunakan selang kepercayaan 5% untuk mengetahui perbedaan pengaruh dari tiap perlakuan, sedangkan untuk menentukan perlakuan terbaik dilakukan dengan menggunakan metode indeks efektivitas (De Garmo *et al.*, 1984).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Suhu Akhir Produk Pasteurisasi Susu Sapi

Analisis suhu produk akhir dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh kenaikan suhu akibat perlakuan tekanan uap panas dan kecepatan laju aliran sehingga dapat diketahui seberapa naiknya suhu yang didapat setelah dilakukan pemanasan. Hasil analisis

suhu akhir produk seperti yang terlihat pada Gambar 1 menunjukkan bahwa suhu akhir produk mengalami peningkatan seiring dengan semakin lambatnya kecepatan laju aliran 0.877 ml/s dan semakin tingginya tekanan uap panas. Suhu produk akhir tertinggi didapat dari tekanan uap panas 1.25 atm dengan kecepatan laju aliran lambat 0.877 ml/s. Pada kecepatan laju aliran uap yang lambat, waktu mengalir antara produk dengan kontak udara langsung semakin lambat, sehingga banyak air yang menguap akibat tekanan uap yang tinggi mengakibatkan suhu produk akhir yang keluar tidak sempurna.



Gambar 1. Grafik rerata pemanasan suhu akhir produk pengaruh metode tekanan uap dan kecepatan laju aliran uap

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kenaikan suhu akhir produk selama proses pasteurisasi susu sapi. Perbedaan faktor tekanan uap air dan kecepatan laju aliran juga memberikan pengaruh yang nyata terhadap kenaikan pada suhu akhir produk pasteurisasi susu sapi metode *direct steam injection*.

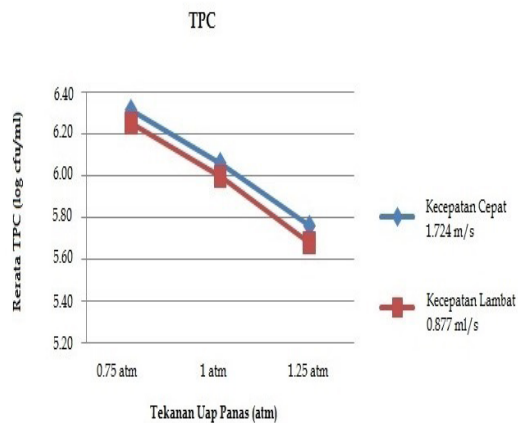
### Total Plate Count (TPC)

Analisa TPC ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh total mikroba yang mati dengan pasteurisasi perlakuan tekanan uap panas dan kecepatan laju aliran.

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa TPC yang dihasilkan mengalami penurunan. Pemberian tekanan 0.75 atm menyebabkan kematian mikroba yang cukup besar yaitu sebesar 1.80 log cfu/ml dengan kecepatan laju aliran 0.877 ml/s, sedangkan nilai batas ambang batas maksimum berdasarkan SNI 1993 sebesar 3 log cfu/ml.

Masih tingginya jumlah mikroba yang ada didalam air susu dimungkinkan mikroba

yang ada termasuk golongan mikroba yang tahan terhadap panas. Apabila jika susu dipasteurisasi baik, maka hanya tinggal  $\pm 1\%$  dari mikroorganisme yang masih hidup, yaitu mikroorganisme termofilik dan termotoleran tahan terhadap pasteurisasi, namun bakteri patogen sudah mengalami kematian (Judkin dan Kenner (1996); Kent *et al.*, 2016).



Gambar 2. Grafik rerata total mikroba susu pasteurisasi pengaruh metode tekanan uap dan kecepatan laju aliran uap

Hasil uji ragam menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan total mikroba selama proses pasteurisasi. Sedangkan perlakuan dari faktor tekanan uap panas dan kecepatan laju aliran memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan total mikroba selama proses pasteurisasi dengan metode *direct steam injection*.

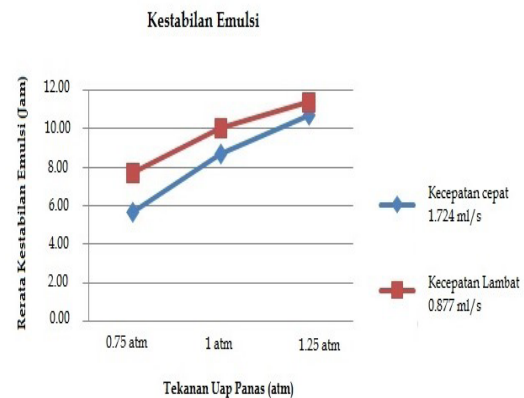
#### Analisa Kestabilan Emulsi

Analisa kestabilan emulsi digunakan untuk mengetahui peningkatan kestabilan emulsi dengan tekanan uap panas dan kecepatan laju aliran setelah terjadinya pemanasan. Peningkatan nilai kestabilan tertinggi terdapat pada perlakuan tekanan 1.25 atm dengan kecepatan laju aliran 0.877 ml/s sebesar 11 jam, sedangkan penurunan kestabilan emulsi terendah terdapat pada perlakuan tekanan 0.75 atm dengan kecepatan laju aliran 1.724 ml/s selama 5 jam seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Proses pemanasan pada susu sapi dengan metode *direct steam injection* me-

nyebabkan penurunan pada jumlah total mikroorganisme didalam susu, sehingga menyebabkan kestabilan larutan menjadi naik. Hal ini bisa terjadi akibat penggumpalan atau proses pemisahan antara air dan minyak yang dikarenakan proses metabolisme dari mikroorganisme yang masih bertahan dalam proses pemanasan metode *direct steam injection*, sehingga semakin banyaknya mikroorganisme yang masih dapat bertahan hidup, maka dapat menyebabkan kestabilan larutan pada susu menurun.

Hasil uji ragam menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan memberikan pengaruh yang nyata ( $\alpha=0.05$ ) terhadap peningkatan kestabilan emulsi selama proses pasteurisasi. Perlakuan dari faktor tekanan



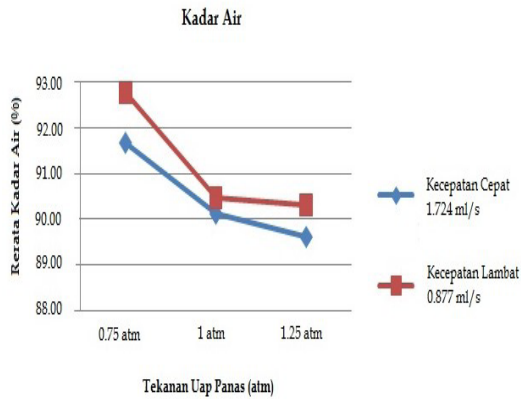
Gambar 3. Grafik rerata kenaikan kestabilan emulsi susu pasteurisasi pengaruh metode tekanan uap dan kecepatan laju aliran uap

uap panas dan kecepatan laju aliran juga memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan kestabilan emulsi selama proses pasteurisasi dengan metode *direct steam injection*.

#### Analisa Kadar Air

Analisa kadar air digunakan untuk mengetahui penurunan kadar air pada tekanan uap panas dan kecepatan laju aliran setelah terjadinya pasteurisasi susu sapi. Pada Gambar 4 terlihat penurunan kadar air tertinggi selama terjadinya pasteurisasi terdapat pada perlakuan tekanan 1.25 atm sebesar 89.60% dengan kecepatan laju aliran masing-masing 1.724 ml/s.

Hal tersebut diduga disebabkan oleh peningkatan kadar air dalam susu akibat perlakuan suhu pemanasan awal 60 °C. Menurut



Gambar 4. Grafik rerata penurunan kadar air susu pasteurisasi pengaruh metode tekanan uap dan kecepatan laju aliran uap

Paul dan Palmer (1972), peningkatan suhu air pemanasan awal mempercepat pembentukan uap air, peningkatan kecepatan pergerakan molekul dan tekanan yang lebih besar akan terbentuk.

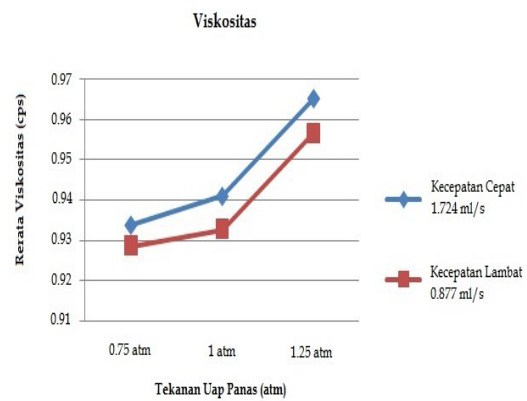
Semakin tinggi suhu udara, semakin banyak uap air yang dapat di tampung oleh udara tersebut sebelum terjadi kejenuhan. Dapat disimpulkan bahwa udara bersuhu tinggi lebih cepat mengambil air dari bahan pangan sehingga proses pengeringan lebih cepat.

Penambahan volume dari 100 ml susu setelah dipanaskan dengan perlakuan tekanan uap panas 0.75 atm, 1 atm, 1.25 atm dengan kecepatan laju aliran 1.724 ml/s dan 0.877 ml/s, sehingga dapat menyebabkan kenaikan  $\pm 30$  ml kadar air. Hal ini disebabkan karena semakin lama kecepatan laju aliran uap bisa menyebabkan kontak langsung susu dengan uap panas semakin lama. Dapat dilihat dari pengambilan uap dengan menggunakan plastik tahan panas (plastik PP) yang kemudian ditimbang. Hasil yang di peroleh dalam waktu 5 detik menghasilkan uap 0.9291 g. Oleh karena itu, penambahan volume menyebabkan perubahan karakteristik pada susu.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap penurunan kadar air selama proses pasteurisasi susu sapi. Perbedaan faktor tekanan uap air dan kecepatan laju aliran memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan kadar air pasteurisasi susu sapi metode *direct steam injection*.

### Analisa Viskositas

Analisa viskositas digunakan untuk mengetahui peningkatan viskositas pada tekanan uap panas dan kecepatan laju aliran setelah terjadinya pasteurisasi susu sapi. Pada Gambar 5 terlihat peningkatan viskositas selama terjadinya pasteurisasi terdapat pada perlakuan tekanan uap panas 1.25 atm dengan kecepatan aliran 0.877 ml/s memiliki tingkat kekentalan tertinggi, sedangkan perlakuan tekanan uap panas 0.75 atm dengan kecepatan aliran 1.724 ml/s memiliki tingkat kekentalan terendah.



Gambar 5. Grafik rerata kenaikan viskositas susu pasteurisasi pengaruh metode tekanan uap dan kecepatan laju aliran uap

Hal ini diperkuat dari hasil analisa total padatan yang semakin meningkat seiring dengan peningkatan tekanan uap panas. Semakin tinggi total padatan pada pasteurisasi susu sapi metode *direct steam injection* maka semakin tinggi pula viskositasnya. Semakin rendah konsentrasi padatan maka semakin rendah viskositasnya (Bourne, 1976; Kumar dan Mishra, 2004). Hasil uji ragam menunjukkan interaksi antar perlakuan memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap peningkatan viskositas selama proses pasteurisasi. Sedangkan perlakuan dari faktor tekanan uap panas memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan viskositas selama proses pasteurisasi susu sapi dengan metode *direct steam injection* tetapi perlakuan dari faktor kecepatan laju aliran tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan viskositas.

Hal tersebut diduga karena perubahan sifat kandungan nutrisi yang terkandung didalam susu akibat pemanasan. Suhu yang tinggi pada proses pemanasan susu akan menyebabkan terjadinya koagulasi pada protein yang ditandai dengan kenaikan viskositas, sehingga akan mengakibatkan kadar air dalam susu menurun. Peningkatan total padatan akan meningkatkan viskositas susu sapi (Kuntz *et al.*, 1978; Sivanandan *et al.*, 2008).

#### Analisa Protein

Pada analisa protein ini diuji pada perlakuan terbaik dan didapat nilai kadar protein yang rendah 1.8% apabila dibandingkan dengan kontrol sebesar 2.2%. Hal ini disebabkan karena adanya pemanasan menggunakan tekanan yang tinggi 1.25 atm dengan kecepatan laju aliran lambat 0.877 ml/s yang menyebabkan rusaknya asam amino dan protein yang ada di dalam susu, sehingga akan terdenaturasi. Susu akan menggumpal apabila dipanaskan atau direbus dengan suhu yang tinggi. Hal ini disebabkan adanya protein susu (kasein dan albumin). Kerusakan protein dapat berupa pembentukan pigmen coklat (melanodin) akibat reaksi *maillard* (Račkauskienė *et al.*, 2015; Henares, 2016). Reaksi ini biasanya terlihat pada pencoklatan non enzimatis yang terjadi antara gula dan protein susu. Pemanasan seperti ini dapat menyebabkan penurunan daya cerna protein.

#### Analisa Lemak

Pada analisa lemak ini diuji sebagai perlakuan terbaik dan didapat nilai kadar lemak yang tinggi 6.42% apabila dibandingkan dengan kontrol sebesar 4.7%. Hal ini diduga karena ketika susu dipanaskan diatas 40 °C, timbul lapisan membran putih pada permukaan susu. Hal ini disebut dengan efek *Ramsdan*.

Ketika susu dipanaskan, air akan menguap pada permukaan susu, sehingga menyebabkan pengendapan protein susu yang tidak dapat kembali lagi yang berakibat lemak susu akan menempel pada pengendapan protein tersebut dan lemak akan semakin banyak. Membran ini terdiri dari 70% lemak dan 20-25% protein (terutama laktalbumin dari protein *whey*). Membran ini kaya akan rasa dan kandungan gizinya karena mengandung lemak dan protein (Buckle *et al.*, 1987; El-Loly, 2011; ).

#### Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik pada pasteurisasi susu sapi metode *direct steam injection* perlakuan tekanan uap panas dan kecepatan laju aliran dilakukan dengan metode indeks efektifitas (De Garmo *et al.*, 1984). Perlakuan terbaik dipilih dari nilai jarak terkecil dari parameter yang sudah ditentukan pada masing-masing perlakuan.

Berdasarkan parameter penurunan jumlah total TPC, kenaikan kestabilan emulsi tertinggi, kenaikan viskositas tertinggi, dan kenaikan kadar air tertinggi, pemanasan metode *direct steam injection* dengan tekanan 1.25 atm menggunakan kecepatan laju aliran 0.877 ml/s (V2T3) menjadi perlakuan terbaik.

#### SIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tekanan uap panas dan faktor kecepatan laju aliran uap memberikan pengaruh terhadap total mikroba, kadar air, viskositas, dan kestabilan susu. Semakin tinggi tekanan uap panas dan kecepatan laju aliran uap, membuat total mikroba dan kadar air menjadi turun. Hal tersebut berlawanan dengan nilai viskositas dan kestabilan emulsi yang mengalami peningkatan. Pada perlakuan terbaik pasteurisasi susu sapi menunjukkan bahwa berdasarkan parameter penurunan jumlah total TPC, kenaikan kestabilan emulsi tertinggi, kenaikan viskositas tertinggi, penurunan kadar air tertinggi, penurunan kadar protein tertinggi, serta kenaikan kadar lemak tertinggi dengan pemanasan metode *direct steam injection* tekanan 1.25 atm menggunakan kecepatan laju aliran 0.877 ml/s (V2T3) menjadi perlakuan terbaik. Komposisi fisik dan kimia susu sapi dengan perlakuan terbaik yaitu TPC 5.68 log cfu/ml, kadar air 92.75%, viskositas 0.96 cps, kestabilan emulsi 11 jam, kadar protein 1.8% dan kadar lemak sebesar 6.42%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agus, Z, A, N. 2002. Kebiasaan minum susu dan status gizi anak pada keluarga peternak sapi perah di yogyakarta. *Jurnal Kedokteran Yarsi*. 10(2):51-55
- Alvarez, J, Han, S. 2013. Current overview of cyclic steam injection process. *JPSR*. 2(3):116-127

- Biggs, D, A, Szijarto, L, F, Van de Voort, F, R. 1984. Fresh milk sampling for centralized milk testing. *Journal of Dairy Science*. 67(12):3085-3092
- Bourne, M, C. 1976. Effect of Sodium Alkalis and Salt on pH and Flavor of Soymilk. *Journal of Food Science*. 41(1):62-65
- Boutinaud, M, Jammes, H. 2002. Potential uses of milk epithelial cells: a review. *Reprod Nutr Dev*. 42(2):133-147
- Bozena, M. 2007. Evaluation of UHT Milk Processed by Direct Steam Injection and Steam Infusion Technology. Skripsi. Lund University. Swedia
- Buckle, KA, Edwards, RA, Fleet, GH, dan Woochem, M. 1987. *Food Science*. UI Press, Jakarta
- Blake, M, R, Weimer, B, C, McMahan, D, J, Savello, P, A. 1995. Sensory and microbial quality of milk processed for extended shelf life by direct steam injection. *Journal of Food Protection*. 58(9):1007-1013
- Datta, N, Elliot, A, J, Perkins, M, L, Deeth, H, C. 2002. Ultra-high-temperature (UHT) treatment of milk: comparison of direct and indirect modes of heating. *Australian Journal of Dairy Technology*. 57(3):211-227
- Davis, B, J, K, Li, C, X, Nachman, K, E. 2014. A literature review of the risks and benefits of consuming raw and pasteurized cow's milk. Dilihat 15 Januari 2016. <[http://www.jhsph.edu/research/centers-and-institutes/johns-hopkins-center-for-a-livable-future/\\_pdf/research/clf\\_reports/RawMilkMDJohnsHopkinsReport2014\\_1208\\_.pdf](http://www.jhsph.edu/research/centers-and-institutes/johns-hopkins-center-for-a-livable-future/_pdf/research/clf_reports/RawMilkMDJohnsHopkinsReport2014_1208_.pdf)>
- De Garmo, ED, Sullivan, WG, dan Canada, JR. 1984. *Engineering Economy 7<sup>th</sup> edition*. Mac Millan Publishing Company, New York
- Dwidjoseputro, D. 1998. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Djambatan, Jakarta
- El-Loly, M, M. 2011. Composition, Properties and Nutritional Aspects of Milk Fat Globule Membrane. *Pol. J. Food Nutr. Sci*. 61(1):7-32
- Goff, H, D, Griffiths, M, W. 2006. Major advances in fresh milk and milk products: fluid milk products and frozen desserts. *Journal of Dairy Science*. 89(4):1163-1173
- Harianja, DSM. 2009. Kajian Tingkat Keamanan Susu UHT (*Ultra High Temperature*) Impor Terhadap Mikroba *Bacillus Cereus*. Skripsi. IPB. Bogor
- Irawati, A. 2011. Proses Pembuatan Susu Bubuk Formula di PT. Sari Husada Unit II Kemudo Klaten. Skripsi. UNS. Surakarta
- Judkins, HF, dan Keener, HA. 1996. *Milk Production and Processing*. John Willey and sons Inc, New York
- Kent, D, J, Chauhan, K, Boor, K, J, Wiedmann, M, Martin, N, H. 2016. Spore test parameters matter: mesophilic and thermophilic spore counts detected in raw milk and dairy powders differ significantly by test method. *Journal of Dairy Science*. 99(7):5180-5191
- Kumar, P, Mishra, H, N. 2004. Mango soy fortified set yoghurt: effect of stabilizer addition on physicochemical, sensory and textural properties. *Food Chemistry*. 87(4):501-507
- Kuntz, D, A, Nelson, I, Steinberg, M, P, dan Wei, S. 1978. Control of Chalkiness in Soymilk. *Journal Food Science*. 43:1279-1283.
- Lado, B, H, Yousef, A, E. 2002. Alternative food-preservation technologies: efficacy and mechanisms. *Microbes and Infection*. 4(4): 433-440
- Li, C, Chen, Y, Kwok, L, Chen, X, Yu, H, Yang, H, Yang, J, Xue, J, Sun, T, Zhang, H. 2014. Identification of potential probiotic *Lactobacillus plantarum* isolates with broad-spectrum antibacterial activity. *Dairy Science and Technology*. 95(3):381-392
- Pauline, P, dan Helen, PH. 1972. *Food Theory and Application*. John Wiley and Sons Inc, New York
- Pratiwi, M. 2011. Pengelompokan susu bayi dan susu balita berdasarkan komposisi nilai gizi dengan metode analisis komponen utama dan analisis gerombol. *Jurnal Pelangi*. 4(1):1-14
- Rackauskiene, I, Pukalskasa, A, Venskutoniša, P, R, Fioreb, A, Troiseb, A, D, Foglianoc, V. 2015. Effects of beetroot (*beta vulgaris*) preparations on the maillard reaction products in milk and meat-protein model systems. *J. Foodres*. 70:31-39
- Ranieri, M, L, Huck, J, R, Sonnen, M, Barbanoc, D, M, Boor, K, J. High temperature, short time pasteurization temperatures inversely affect bacterial numbers during refrigerated storage of pasteurized fluid milk. *Journal of Dairy Science*. 92(10):4823-4832

- Saleh, E. 2004. Teknologi Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan Ternak. Skripsi. USU. Sumatra Utara
- Sivanandan, L, Toledo, R, T, Singh, R, K. 2008. Effect of Continuous Flow High-Pressure Throttling on Rheological and Ultrastructural Properties of Soymilk. *Journal of Food Science*. 73(6):288-296
- Henares, JAR, Pastoriza, S. 2016. Encyclopedia of Food and health. Elsevier
- Quigley, L, McCarthy, R, O'Sullivan, O, Beresford, T, P, fitzgerald, G, F, Ross, R, P, Stanton, C, Cotter, P, D. 2013. The microbial content of raw and pasteurized cow milk as determined by molecular approaches. *Journal of Dairy Science*. 96(8):4928-4937