

JRPB, Vol. 7, No. 2, September 2019, Hal. 196-206
DOI: 10.29303/jrpb.v7i2.130
ISSN 2301-8119, e-ISSN 2443-1354
Tersedia online di <http://jrpb.unram.ac.id/>

ANALISIS SIFAT FISIK DAN KANDUNGAN GIZI PRODUK KRIM SUSU MENGUNAKAN TEKNOLOGI SENTRIFUGASI

*Analysis of Physical Properties and Nutritional Contents of Milk Cream
using Centrifugation Technology*

La Choviya Hawa^{1,*}, Anang Latriyanto¹, Anggi Akhmad Ervantri¹

¹Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Brawijaya Jl. Veteran Malang 65145

Email^{*}: la_choviya@ub.ac.id

Diterima: Juli 2019

Disetujui: September 2019

ABSTRACT

Milk contains complete nutritional components such as fat, protein, calcium, vitamins and other minerals. To produce skim milk and cream, centrifugation technology is needed. Centrifugation is a method that uses the principle of sedimentation, where centripetal acceleration is used to separate substances that have different densities. By centrifugation it is possible to break down the emulsion and separate the dispersion of fine liquid droplets, although in this case the suspended phase is in the form of liquid droplets which will coalesce after separation. The purpose of this study were to analyze the effect of temperature and rotational speed of centrifugation on the physical properties and nutritional content of milk cream. This study uses two parameters, namely centrifugation speed and temperature. The variation in temperature used are 30, 40 and 50° C and the centrifugation speed are 6000.G, 7000.G and 8000.G. The results showed that centrifugation using the conical disc centrifuge was able to separate fat from fresh milk. The highest fat content is 20.42% and the highest protein is 1.577% at 6000.G centrifugation speed. Increasing temperature and rotation speed will increase yield, density, water content and conductivity of milk cream. On the other hand, it can shorten the processing time, reduce the viscosity and boiling point of milk cream.

Keywords: *cream, fat, protein, centrifugation, physical properties, milk*

ABSTRAK

Susu mengandung komponen nutrisi yang lengkap seperti lemak, protein, kalsium, vitamin dan mineral lain. Untuk menghasilkan susu skim dan krim diperlukan teknologi sentrifugasi. Sentrifugasi adalah metode yang menggunakan prinsip sedimentasi, dimana percepatan centripetal digunakan untuk memisahkan substansi dengan kepadatan lebih besar dan lebih kecil. Dengan sentrifugasi dimungkinkan untuk memecah emulsi dan memisahkan dispersi tetesan cairan halus, meskipun dalam hal ini fase tersuspensi adalah

dalam bentuk tetesan cair yang akan menyatu setelah pemisahan. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis pengaruh dari perlakuan suhu dan kecepatan putaran sentrifugasi terhadap sifat fisik dan kandungan gizi pada krim susu. Penelitian ini menggunakan dua parameter yaitu kecepatan sentrifugasi dan suhu. Variasi suhu yang digunakan sebesar 30, 40, dan 50°C dan kecepatan sentrifugasi sebesar 6000.G, 7000.G dan 8000.G. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sentrifugasi menggunakan *Conical Disc Centrifuge* mampu memisahkan lemak dari susu segar. Kandungan lemak tertinggi 20,42% dan protein tertinggi sebesar 1,577% pada kecepatan sentrifugasi 6000.G. Peningkatan suhu dan kecepatan putaran akan meningkatkan rendemen, densitas, kadar air dan konduktivitas krim susu. Di sisi lain mampu mempersingkat waktu proses, menurunkan viskositas dan titik didih krim susu.

Kata kunci: krim, lemak, protein, sentrifugasi, sifat fisik, susu

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Susu adalah suatu cairan yang dihasilkan oleh *glandula mammae* baik pada manusia (wanita) dan hewan mamalia. Susu dihasilkan oleh glandula mammae digunakan sebagai makanan untuk anak manusia atau hewan mamalia ketika baru lahir. Seiring berjalannya waktu, susu hewan mamalia tidak hanya digunakan sebagai makanan awal untuk anak hewan, saat ini susu hewan mamalia diproduksi untuk industri dan untuk dikonsumsi manusia.

Susu mengandung 88% air dan 12% zat padat, dalam total zat padat tersebut mengandung 8,6% zat padat selain lemak. Selain lemak sebagai minuman penuh gizi, susu juga memiliki berbagai macam kandungan nutrisi lain seperti karbohidrat, kalsium, fosfor, protein, berbagai macam mineral, dan vitamin. Bahkan pada saat ini telah teridentifikasi terdapat 100 komponen berbeda pada susu (Miller, dkk., 2000).

Diversifikasi produk diperlukan untuk memperoleh nilai tambah nutrisi atau meningkatkan nilai jual. Pada saat ini diversifikasi produk pada susu hanya dilakukan pada tingkatan industri, jenis produk yang dihasilkan antara lain susu skim, krim, butter, keju, yoghurt dan kefir (Fernandes, 2009). Untuk susu skim, krim, dan butter memanfaatkan

proses pemisahan zat padat lemak dengan susu, lemak akan diolah menjadi krim dan butter sedangkan susu hasil pemisahan akan menjadi susu rendah lemak atau susu skim.

Proses sedimentasi terutama sangat berkaitan dengan gravitasi yang sangat lambat dari campuran yang tidak larut. Cara umum untuk mempercepat sedimentasi ini adalah dengan menggunakan sentrifugasi, dimana frekuensi rotasi tinggi yang dicapai memungkinkan akselerasi yang efektif, (Starobinet, dkk., 1979).

Kadang-kadang, pemisahan dengan gravitasi mungkin terlalu lambat karena kerapatan partikel atau karena kekuatan asosiasi yang menyatukan komponen. Pemisahan dengan gravitasi memakan waktu berjam-jam, sementara pemisahan sentrifugal dilakukan dalam hitungan menit (Geankoplis, 2003).

Centrifuge bekerja menggunakan prinsip sedimentasi, dimana percepatan sentripetal digunakan untuk memisahkan substansi dengan kepadatan lebih besar dan lebih kecil dengan menggunakan *centrifuge*, dimungkinkan untuk memecah emulsi dan untuk memisahkan dispersi tetesan cairan halus, meskipun dalam hal ini fase tersuspensi adalah dalam bentuk tetesan cair yang akan menyatu setelah pemisahan. (Coulson dan Richardshon, 1991).

Mesin pemisah susu tersebut memiliki prinsip kerja dengan menggunakan konsep sentrifugasi. Mesin pemisah sentrifugasi telah digunakan oleh industri susu sebagai alat standar untuk menghasilkan susu skim dan krim. Alat ini menggunakan gaya sentrifugal untuk memisahkan 2 jenis zat pada satu larutan yang sama atau memisahkan padatan yang tidak larut pada pada suatu cairan. Pada industri susu berfungsi sebagai pemisah antara lemak dengan susu sehingga lemak yang memiliki massa jenis lebih rendah akan terpisah (Vieira dan Ho, 2008).

Pada penelitian yang dilakukan Czank, dkk., (2009), dengan menggunakan bahan ASI dan menggunakan *centrifuge* yang berskala laboratorium dengan 50 ml per sampel, telah berhasil memisahkan lemak sebanyak kurang lebih 80% dari total lemak, dengan perlakuan suhu 4°C dan 10°C dan perlakuan kecepatan sebesar 500.G sampai dengan 12000.G. Namun pada penelitian ini tidak dilakukan pengamatan perubahan sifat fisik dan kandungan gizi krim susu.

Tujuan

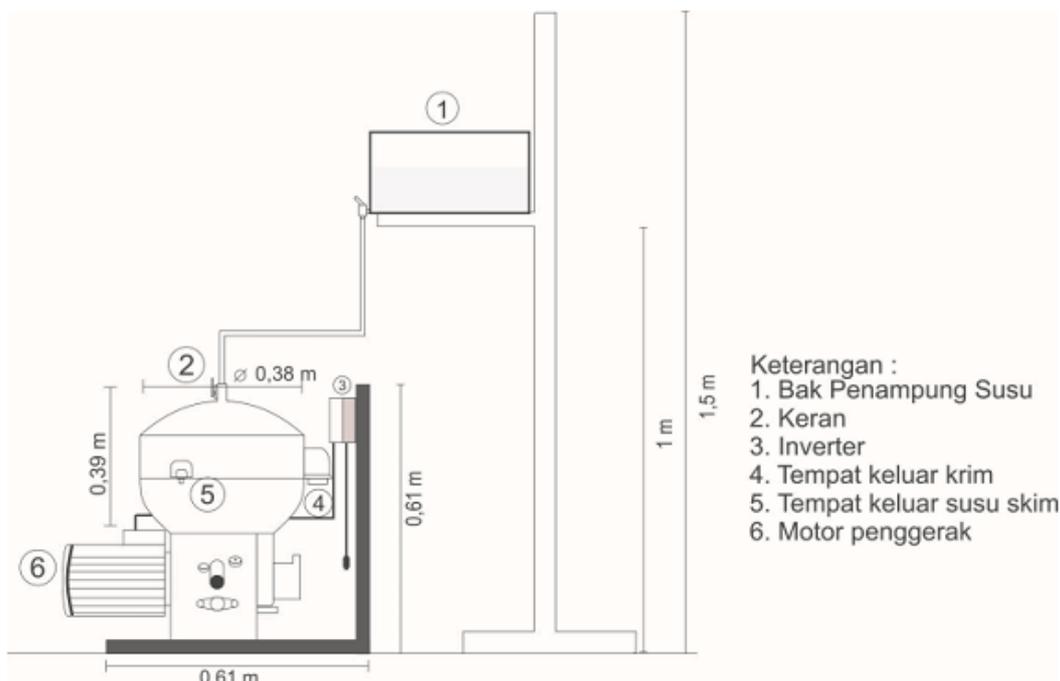
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh suhu dan kecepatan putaran sentrifugasi terhadap sifat fisik dan kandungan gizi krim hasil sentrifugasi susu.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah susu segar yang diperoleh dari Koperasi Unit Desa Ngijo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang yang diambil pada pagi hari.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah set *Centrifuge Conical Disc* (Alfa Laval MAB 103B-24-50/4205-1, Spanyol) sebagai alat untuk sentrifugasi, *Moisture Balance* (Shimadzu tipe MOC 120-H, Jepang) untuk mengukur kadar air, piknometer untuk mengukur densitas, *viscometer* (NDJ 1S, Tiongkok) untuk mengukur viskositas, *Conductivitymeter* (Kedida Electronics, Tiongkok), pemanas ohmic untuk mengukur titik didih, neraca analitik, termometer, kompor, dan *glassware*.



Gambar 1. Rangkaian Mesin Sentrifugasi

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor, dengan faktor pertama adalah perlakuan kecepatan sentrifugasi dan faktor kedua adalah suhu pemanasan bahan. Kecepatan sentrifugasi sebesar 6000.G, 7000.G dan 8000.G, dengan suhu adalah 30°C, 40°C, dan 50°C. Dari perlakuan diperoleh 9 kombinasi perlakuan, 3 kali ulangan dan diperoleh 27 satuan percobaan. Analisis yang dilakukan pada krim susu meliputi densitas (Sudarmadji, 1989), viskositas, kadar air, rendemen (Sudarmadji, 1989), waktu proses, titik didih (Latriyanto, dkk., 2012), konduktivitas, kadar lemak (AOAC, 2005) dan kadar protein (Sudarmadji, 1989).

Metode

Susu segar dikeluarkan dari penyimpanan lalu dilakukan pengukuran densitas, selanjutnya dilakukan *pre heating* dengan suhu 30, 40 dan 50°C di atas kompor. Alur proses sentrifugasi susu dilakukan pada rangkaian alat sesuai Gambar 1. Setelah itu susu dimasukkan ke dalam bak penampung sebanyak 3 liter (Nomor 1), selanjutnya dialirkan menuju mesin sentrifugasi melalui selang yang dihubungkan oleh keran (Nomor 2). Mesin sentrifugasi ini dapat diatur kecepatannya selama proses sentrifugasi dengan inverter sesuai kecepatan

perlakuan (Nomor 3), selanjutnya susu dan krim hasil sentrifugasi akan keluar dari mesin melalui jalur yang ditunjukkan (Nomor 4 dan 5). Mesin ini digerakkan oleh motor listrik tipe 3 fasa (Nomor 6).

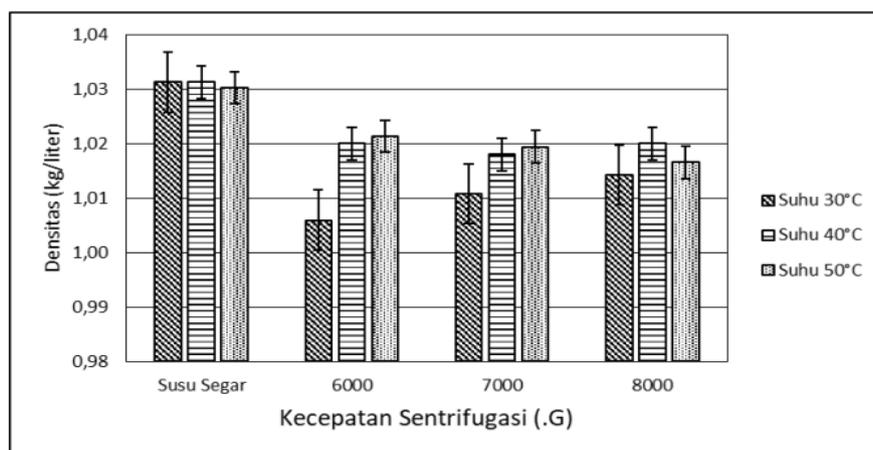
Pengujian kadar lemak menggunakan metode soxhlet (AOAC, 2005) dan pengujian kadar protein menggunakan metode Kjeldahl (Sudarmadji, 1989).

HASIL DAN PEMBAHASAN

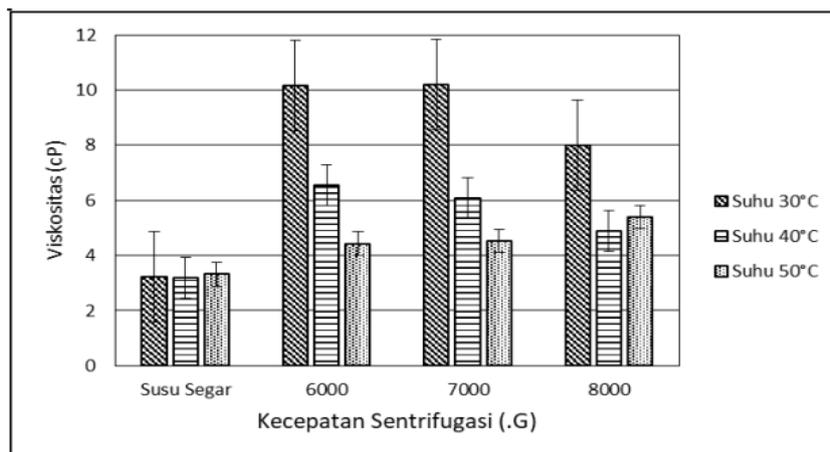
Densitas

Grafik hubungan antara kecepatan sentrifugasi dan suhu dengan densitas ditunjukkan pada Gambar 2.

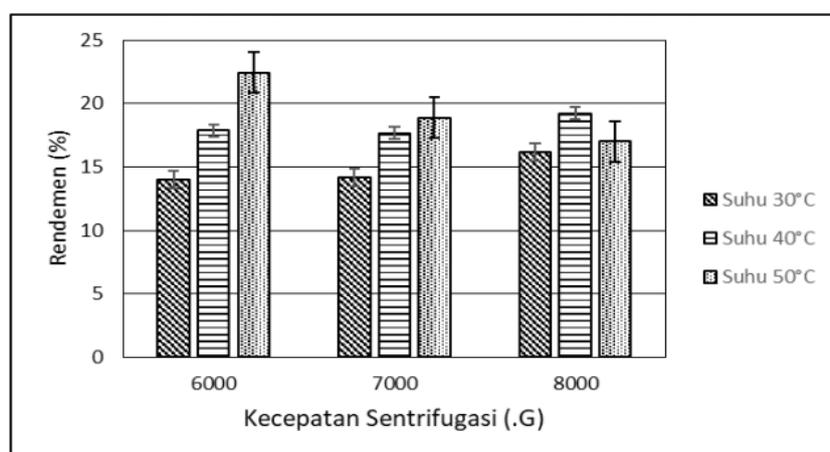
Nilai terendah pada densitas diperoleh 1,0060 kg/liter pada suhu 30°C dengan kecepatan sentrifugasi 6000.G dan nilai densitas tertinggi adalah 1,0214 kg/liter diperoleh pada suhu 50°C pada kecepatan sentrifugasi 8000.G. Semakin tinggi suhu perlakuan dan semakin tinggi kecepatan sentrifugasi akan meningkatkan nilai densitas krim. Menurut Fox (1997) densitas dan berat jenis dari susu dipengaruhi komposisi, suhu dan perlakuan suhu sebelumnya. Lemak merupakan salah satu komponen dari susu yang memiliki densitas paling rendah, sehingga sangat mempengaruhi densitas dan berat jenis dari susu. Hal ini mengindikasikan bahwa krim hasil



Gambar 2. Densitas Susu Setelah Sentrifugasi



Gambar 3. Viskositas Susu Setelah Sentrifugasi



Gambar 4. Rendemen Susu Setelah Sentrifugasi

sentrifugasi pada suhu 30°C dan kecepatan sentrifugasi 6000.G memiliki kandungan lemak yang paling tinggi dibandingkan dengan krim hasil perlakuan lain.

Viskositas

Grafik hubungan antara viskositas dengan kecepatan sentrifugasi dan suhu ditunjukkan pada Gambar 3.

Nilai viskositas tertinggi pada perlakuan suhu 30°C dan kecepatan sentrifugasi 7000.G dengan nilai 10,2 cP dan viskositas terendah pada perlakuan 6000.G dan suhu 50°C dengan hasil 4,44 cP. Semakin tinggi suhu perlakuan dan semakin tinggi kecepatan sentrifugasi akan menurunkan nilai viskositas. Menurut Fox (1997), viskositas pada susu dipengaruhi oleh kandungan lemak, yang

akan memberikan banyak perubahan apabila dalam keadaan konsentrasi tinggi, krim yang menghasilkan nilai viskositas paling tinggi pada perlakuan kecepatan 7000.G dan suhu 30°C mengindikasikan pada krim tersebut memiliki kadar lemak yang paling tinggi dibandingkan krim hasil sentrifugasi lain.

Rendemen

Grafik hubungan antara rendemen dengan suhu dan kecepatan sentrifugasi ditunjukkan pada Gambar 4.

Nilai rendemen terendah, yaitu 14% pada suhu 30°C dan kecepatan sentrifugasi 6000.G, sedangkan nilai rendemen tertinggi diperoleh pada kecepatan sentrifugasi 6000.G pada suhu 50°C. Semakin tinggi suhu perlakuan dan semakin tinggi kecepatan sentrifugasi

akan meningkatkan nilai rendemen. Semakin tinggi suhu pada bahan yang akan disentrifugasi maka diekspektasikan akan menurunkan viskositas dan akan meningkatkan rendemen yang diperoleh. (Wong dan Hartina, 2014)

Waktu Proses

Grafik hubungan antara waktu proses dengan suhu dan kecepatan sentrifugasi ditunjukkan pada Gambar 5.

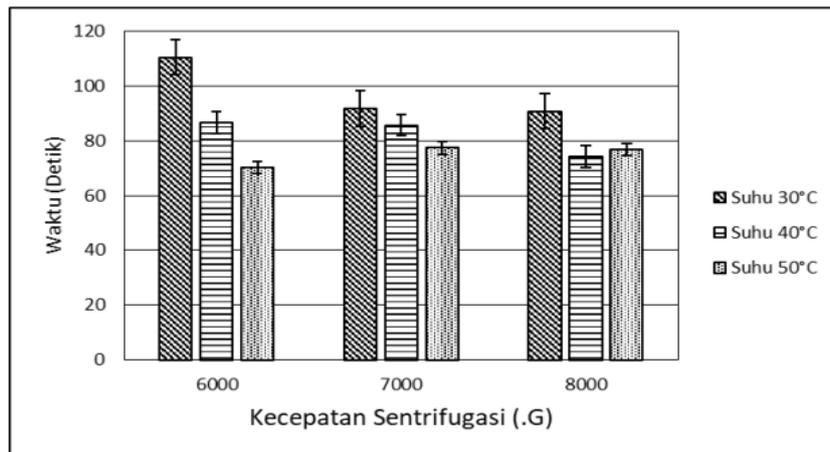
Waktu proses terendah sebesar 70,33 detik pada perlakuan suhu 30°C dan tertinggi 110,33 detik pada perlakuan suhu 50°C dan pada perlakuan kecepatan sentrifugasi 6000.G. Semakin tinggi suhu perlakuan dan semakin tinggi kecepatan sentrifugasi akan mempercepat waktu proses. Menurut Walstra (2005), laju aliran dari sentrifugasi dipengaruhi kuat

oleh suhu bahan, dimana semakin rendah suhu maka laju aliran semakin melambat dikarenakan viskositas juga semakin rendah. Pada suhu rendah memerlukan waktu proses yang lebih lama yang mengindikasikan debit pada suhu tersebut adalah yang paling lambat karena nilai viskositas paling rendah.

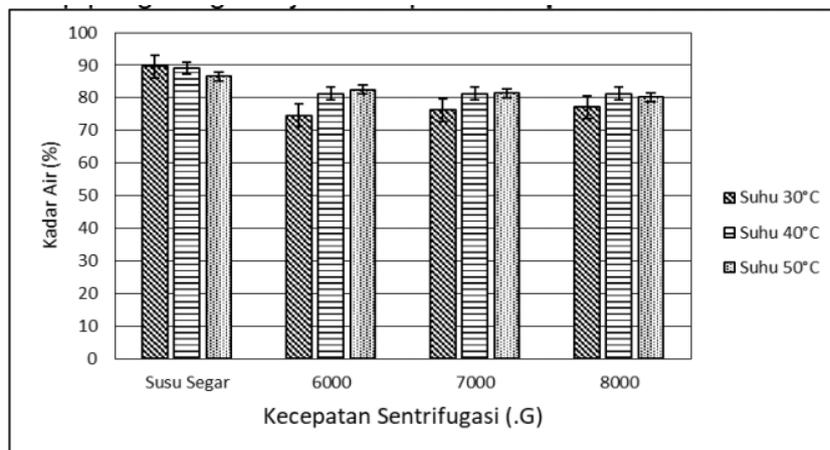
Kadar Air

Grafik hubungan antara kadar air dengan perlakuan suhu dan kecepatan sentrifugasi ditunjukkan pada Gambar 6.

Kadar air terendah diperoleh 74,65% pada perlakuan kecepatan sentrifugasi 6000.G dan pada suhu 30°C, sedangkan kadar air tertinggi diperoleh dengan persentase 82,49% dengan kecepatan sentrifugasi 6000.G pada suhu 50°C. Semakin tinggi suhu perlakuan



Gambar 5. Waktu proses sentrifugasi susu



Gambar 6. Kadar Air Krim Susu Setelah Sentrifugasi

meningkatkan nilai kadar air krim. Menurut Hui (2008) kandungan kadar air dalam krim yang akan dibuat dipengaruhi oleh komposisi susu, kandungan lemak dalam krim, suhu pendinginan pada krim, laju keluar krim dari centrifuge, dan suhu *feed* pada sentrifugasi. Hal ini mengindikasikan bahwa krim yang memiliki kadar air lebih rendah memiliki komposisi padatan susu yang lebih tinggi.

Konduktivitas

Grafik hubungan antara konduktivitas dengan perlakuan suhu dan kecepatan sentrifugasi ditunjukkan pada Gambar 7.

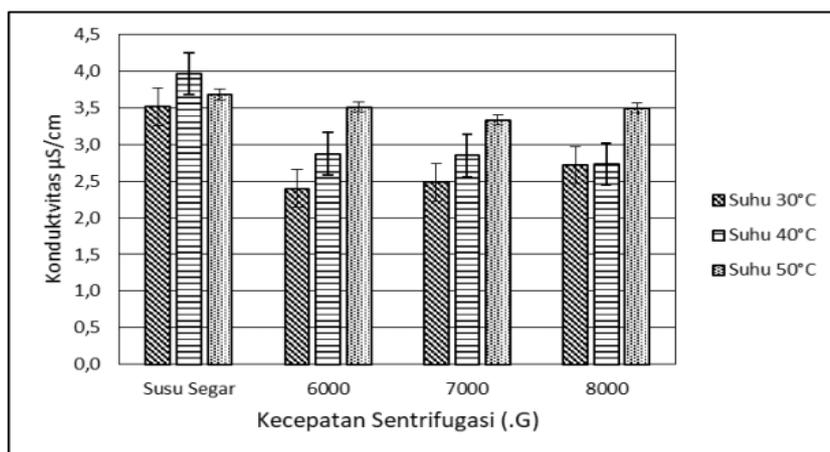
Nilai konduktivitas terendah diperoleh 2,40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pada kecepatan sentrifugasi 6000.G dan suhu 30°C, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada

3,51 pada kecepatan sentrifugasi 6000.G dan suhu 50°C. Semakin tinggi suhu perlakuan akan meningkatkan nilai konduktivitas krim. Konduktivitas dari suatu fluida berhubungan dengan konsentrasi ion yang berada di dalam fluida tersebut. Semakin tinggi konsentrasi ion dari suatu fluida maka akan semakin tinggi konduktivitas dari fluida tersebut.

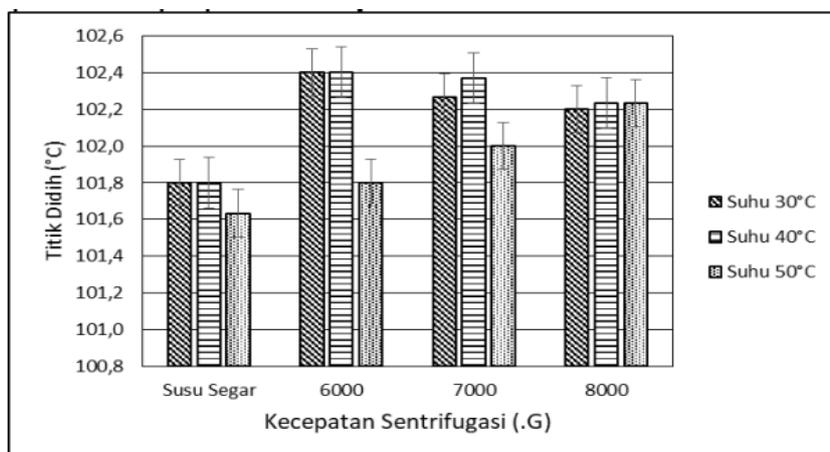
Titik Didih

Grafik hubungan antara titik didih dengan perlakuan suhu dan kecepatan sentrifugasi ditunjukkan pada Gambar 8.

Titik didih terendah diperoleh pada suhu 101,80°C yaitu pada perlakuan suhu 30°C dan Kecepatan sentrifugasi 6000.G, sedangkan krim dengan rerata titik didih tertinggi diperoleh 102,40°C, yaitu pada 2



Gambar 7. Konduktivitas Susu Setelah Sentrifugasi



Gambar 8. Titik Didih Susu Setelah Sentrifugasi

kombinasi perlakuan, pada suhu 30°C dan kecepatan sentrifugasi 6000.G. Semakin tinggi kecepatan sentrifugasi akan menurunkan titik didih pada krim. Menurut Woodward (1932), dalam keadaan tekanan standar atmosfer titik didih dari susu akan meningkat 0,9°F apabila konsentrasi dari susu meningkat dua kali lipat.

Kadar Lemak

Grafik hubungan antara kadar lemak dengan perlakuan suhu dan kecepatan sentrifugasi ditunjukkan pada Gambar 9.

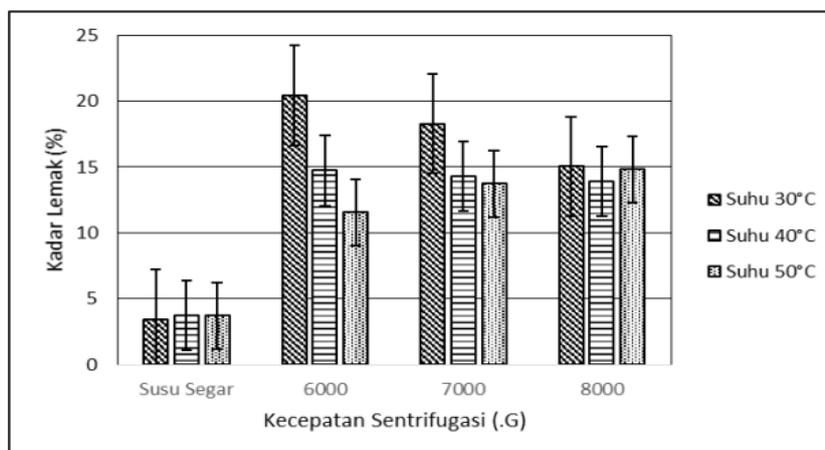
Kadar lemak tertinggi sebesar 20,42% pada kecepatan 6000.G dan pada suhu 30°C, sedangkan hasil terendah dengan kadar 11,57% pada kecepatan 6000.G dan pada suhu 50°C.

Semakin tinggi suhu perlakuan dan semakin tinggi kecepatan sentrifugasi akan menurunkan kadar lemak krim. Proses yang dilakukan pada suhu rendah adalah kondisi yang paling optimal dalam memisahkan lemak yang terdapat dalam bahan, karena lemak akan terhidrolisis apabila suhu naik secara terus menerus (Wong dan Hartina, 2014).

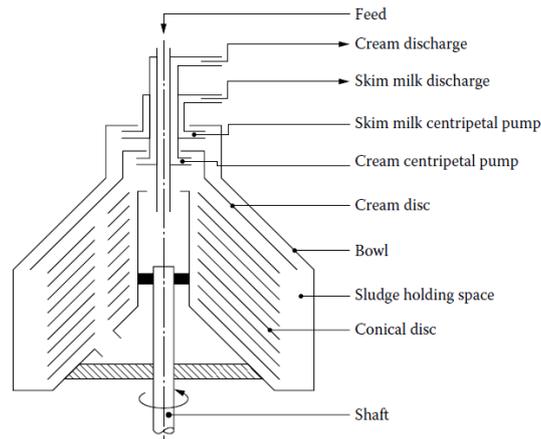
Menurut Williams (2018), proses pada sentrifugasi ini menerapkan gaya sentrifugal dalam prosesnya, dalam keadaan putaran tinggi setelah susu dimasukkan ke dalam mesin *centrifuge* secara vertikal, secara otomatis susu akan

ikut berputar di dalam mesin. Dalam mesin tersebut susu skim yang bermassa jenis lebih tinggi akan bergerak menjauhi dari pusat putaran tersebut dan bergerak menuju jalur keluar yang berada di pinggir *bowl*, sedangkan lemak yang memiliki massa jenis lebih rendah akan tetap berada di dekat pusat putaran dan selama aliran susu segar terus masuk maka lemak akan terakumulasi di *cone* yang terletak di dekat pusat putaran dan akan terus mendorong lemak tersebut untuk keluar melalui jalur keluar krim sesuai pada Gambar 10.

Krim yang terdorong akan keluar akan tertampung, sedangkan apabila aliran susu segar terhenti krim yang tidak terdorong keluar akan menggumpal di dalam *bowl* dan tertinggal di dalam *cone*, krim yang menggumpal tersebut ditunjukkan pada Gambar 11. Gumpalan tersebut terjadi karena lemak yang terus mengendap seiring semakin lama proses sentrifugasi, semakin lama proses sentrifugasi maka gumpalan tersebut akan semakin banyak dan mengendap, sehingga mampu menurunkan efisiensi sentrifugasi. Gerak sentrifugal seharusnya dapat efektif dan menjadi alternatif untuk memisahkan lemak dan bahan lainnya, dalam percobaan yang tanpa penambahan zat kimia (Nour, dkk., 2009).



Gambar 9. Kandungan Lemak Susu Setelah Sentrifugasi



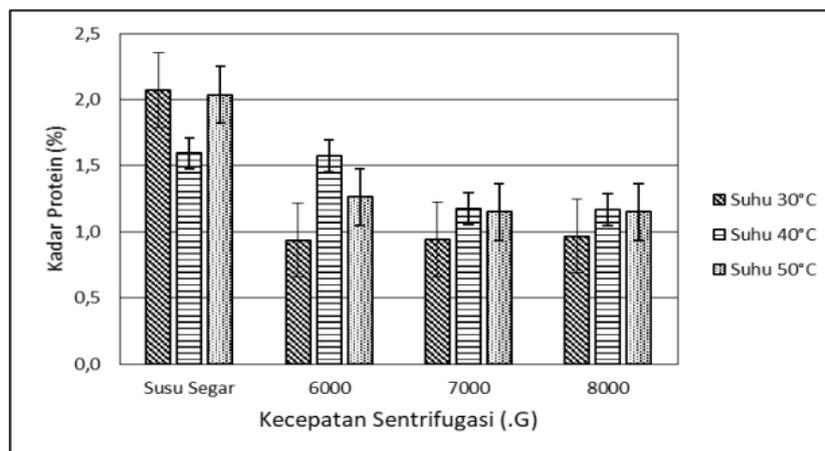
Gambar 10. Desain Mesin Sentrifugasi (Walstra, dkk., 2005)



Gambar 11. Gumpalan tersisa pada mesin sentrifugasi

Menurut Das (2005), kecepatan laju dari aliran masuk dari *feed* dan laju keluar krim hasil dari mesin *separator* dapat dikontrol secara manual. Kandungan lemak dari krim akan meningkat apabila laju keluar krim melambat akan tetapi

secara serentak kandungan lemak dari susu skim juga akan meningkat. Semakin lambat laju aliran hasil sentrifugasi, maka akan semakin tinggi kadar lemak pada krim hasil sentrifugasi tersebut.



Gambar 12. Kandungan protein susu setelah sentrifugasi

Kadar Protein

Grafik hubungan antara kadar protein dengan perlakuan suhu dan kecepatan sentrifugasi ditunjukkan pada Gambar 12.

Kadar protein terendah 0,937% pada kombinasi perlakuan suhu 30°C dan kecepatan 6000.G, dan krim dengan kadar protein tertinggi 1,577% yaitu pada suhu perlakuan 40°C dan kecepatan sentrifugasi 6000.G. Kandungan protein pada setiap perlakuan suhu atau perlakuan kecepatan sentrifugasi cenderung fluktuatif atau tidak memiliki pola hubungan yang jelas.

Hal ini mungkin disebabkan karena protein merupakan komponen yang sulit dipisahkan sehingga proses sentrifugasi pada mesin sentrifugasi tidak efektif untuk memisahkan protein dari susu. Hal itu sesuai dengan penelitian Deeth dan Lewis (2017), bahwa kecepatan sentrifugasi pada perlakuan masih rendah karena pada umumnya untuk memisahkan casein, protein terlarut, mineral, vitamin, garam, peptida dari susu diperlukan kecepatan sentrifugasi 100.000.G.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Semakin tinggi suhu dan kecepatan sentrifugasi akan menurunkan kandungan lemak, namun tidak berpengaruh secara signifikan pada kandungan protein krim.
2. Semakin tinggi suhu dan kecepatan sentrifugasi akan meningkatkan nilai rendemen, densitas, kadar air, dan konduktivitas krim. Di sisi lain, semakin tinggi suhu dan kecepatan sentrifugasi akan menurunkan waktu proses, titik didih, dan viskositas krim.

DAFTAR REFERENSI

- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. Benjamin Franklin Station. Washington.
- Coulson, J.M., dan Richardson. (1991). *Chemical Engineering*. 4th Edn, Particle Technology and Separation Processes, USA.
- Czank, C., Simmer, K., dan Hartmann, P.E. (2009). A Method for Standardizing the Fat Content of Human Milk for Use in the Neonatal Intensive Care Unit. *International Breastfeeding Journal*. Vol. 4(3): 1-7.
- Das, H. (2005). *Food Processing Operations Analysis*. New Delhi: Asian Books Private Limited.
- Deeth, H.C., dan Lewis, M.J. (2017). *High Temperature Processing of Milk and Milk Products*. Hoboken: Wiley Blackwell.
- Fernandes, Rhea. (2009). *Microbiology Handbook Dairy Products*. Leatherhead Publishing. Surrey.
- Fox, P.F. (1997). *Advanced Dairy Chemistry Volume 3 Lactose, Water, Salts and Vitamins*. Elsevier Science Publishers. Bury St Edmunds.
- Geankoplis, C.J. (2003). *Transport Processes and Separation Process Principle*. 4th Edn. New Jersey USA. ISBN-10: 012101367X. Prentice Hall Press, Upper Saddle River.
- Hui, Y.H. (2008). *Handbook of Animal-Based Fermented Food and Beverage Technology Second Edition*. Boca Raton: CRC Press.
- Lastriyanto, A., Soeparman, S., Soenoko, R., Sumarlan, S.H. (2012). Identifikasi Laju Penguapan Air Pada Penggorengan Vakum Buah Nanas. *Prosiding Seminar Nasional dalam rangka Dies Natalis ke-48*

- Universitas Negeri Yogyakarta: 593 – 602.
- Miller, G.D., Jarvis, J.K., dan Lois, D. McBean. (2000). *Handbook of Dairy Foods and Nutrition Second Edition*. Florida. CRC Press.
- Nour, A.H., Mohammed, F.S., Yunus, R.M., dan Arman, A. (2009). Demulsification of Virgin Coconut Oil by Centrifugation Method: A Feasibility Study. *Int Journal of Chemical Technology*. Vol.1 (2): 59-64.
- Starobinet, S., Yakhot, V., dan Esterman, L. (1979). Critical Dynamics of a Binary Fluid Mixture In A Centrifugal Field. *Phy. Rev. A*, 20: 2582-2589.
- Sudarmadji, S. (1989). *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberti.
- Vieira, M., dan Ho, P. (2008). *Experiments in Unit Operations and Processing of Foods*. New York: Springer.
- Walstra, P., Wouters, J.T.M., dan Tom, J. Geurts. (2005). *Dairy Science and Technology*. London: Taylor & Francis.
- Williams, Archibald. (1918). *The Romance of Modern Mechanism* 1st Edition. Seeley and Co Ltd. London.
- Wong, Y.C., dan Hartina, H. (2014). Virgin Coconut Oil Production by Centrifugation Method. *Orient. J. Chem*. Vol. 30(1): 237-245.
- Woodward, T.E. (1932). *Feeding and Management Investigations at The United States Dairy Experiment Stations at Beltsville 1930 Report*. US Department Miscellaneous Publications 130.