

PERANCANGAN DETAILED ENGINEERING DESIGN INDUSTRI SUSU STERILISASI SKALA MENENGAH DAN KELAYAKANNYA DI JAWA TENGAH, INDONESIA

Tri Yuni Hendrawati^{1*}, Suratmin Utomo²

^{1,2} Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510

*Email: yuni.hendrawati@ftumj.ac.id

ABSTRAK

Susu merupakan bahan makanan yang bernilai gizi tinggi karena mengandung komponen penting yaitu protein, lemak, vitamin, mineral, laktosa serta enzim-enzim dan beberapa jenis mikroba yang bermanfaat bagi kesehatan sebagai probiotik. Namun hal ini tidak ada artinya bila susu tidak aman dikonsumsi atau tidak aman bagi kesehatan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan agar susu aman dikonsumsi adalah dengan melakukan sterilisasi. Saat ini industri susu sterilisasi berskala besar dan perlu dilakukan perancangan industri susu sterilisasi skala menengah yang dapat didirikan di lokasi peternak sapi sehingga harga susu segar menjadi baik di tingkat peternak. Lokasi yang dapat dipilih yaitu di Boyolali atau Wonosobo Jawa Tengah Indonesia. Tujuan penelitian ini merancang industri susu sterilisasi skala menengah yang dapat masuk skala ekonomi untuk usahanya. Metode yang digunakan adalah survey ke lokasi penghasil memastikan ketersediaan bahan baku dan melakukan perancangan industri yaitu menghitung neraca massa, neraca energy, merancang spesifikasi peralatan, tata letak sampai detailed engineering design. Dalam perancangan industri ini digunakan Microsoft excell dalam perhitungan neraca massa, energi dan perhitungan spesifikasi peralatan. Program Visio digunakan dalam menggambar tata letak dan Detailed Engineering Design. Proses pengolahan susu sterilisasi diawali dengan penerimaan susu dari peternak/KUD. Untuk menjaga kualitasnya, susu disimpan dalam *Cooling Unit* (1), ketika siap untuk digunakan susu akan dipompakan ke *Mixing tank* (2), dimana dalam tangki ini susu diberi penguat rasa dan pemanis sehingga tercipta berbagai jenis susu sterilisasi yang diinginkan. Kemudian susu di Pasteurilisasi dalam *batch* pasteurilisasi (3), sekaligus pengkondisian untuk dilakukannya homogenisasi didalam *Homogenizer* (4). Homogenisasi bertujuan untuk membuat campuran bahan tambahan dengan susu menyatu dan tidak terjadi endapan. Setelah homogenisasi susu dikemas dalam mesin pengemas steril (5) sesuai ukuran yang diinginkan dan sterilisasi terakhir dilakukan di *Autoclave* (6). Pada kelayakan finansial maka kapasitas minimum untuk menghasilkan NPV positif pada skema pembiayaan perbankan murni adalah 5.867 liter/hari. Nilai investasi yang diperlukan sebesar Rp.6.800.000.000, NPV Rp. 2.786.820.519, IRR 24,99%, Net B/C 1,41, Pay Back Period 3,73 tahun. Pada penelitian ini dihasilkan spesifikasi peralatan, tata letak dan *Detailed Engineering Design*.

Keywords: Detailed Engineering Design, Sterilization, Dairy Industry, Feasibility

ABSTRACT

Milk is a food with high nutritional value because it contains important components of protein, fat, vitamins, minerals, lactose and enzymes and some microbes that are beneficial to health as a probiotic. But this is meaningless if the milk is not safe for consumption or not safe for health. One effort that can be done so that the milk is safe for consumption is to perform sterilization. Currently large-scale sterilization dairy industry and dairy industry needs to be designed medium-scale sterilization may be established at the site of cattle breeders, so the price of fresh milk to be good at the farmer level. The location can be selected that in Boyolali or Wonosobo, Central Java, Indonesia. The purpose of this study to design sterilization medium scale dairy industry to enter the economies of scale to the business. The method used is the location of the survey to ensure the

availability of raw materials and designing the industry is to calculate the mass balance, energy balance, design the equipment specifications, layout until detailed engineering design. In designing this industry used Microsoft Excel in the calculation of the mass balance, energy and calculation equipment specifications. Visio program used in drawing the layout and Detailed Engineering Design. The processing of milk sterilization begins with the acceptance of milk from farmers / cooperatives. To maintain the quality of the milk is stored in Cooling Unit (1), when ready to use the milk to be pumped into the mixing tank (2), which in this tank are given milk and sweetener flavor enhancer so as to create various types of milk sterilization to be desired. Then the milk in Pasteurisasi in batches pasteurisasi (3), as well as conditioning for doing homogenization in a homogenizer (4). Homogenization aims to create additional material mix with milk together and not precipitates. After homogenization of milk packaged in sterile packaging machine (5) of the desired size and last performed in Autoclave sterilization (6). In the financial feasibility of the minimum capacity to produce a positive NPV on pure bank financing scheme is 5,867 liters / day. Value of investment needed for Rp.6.800.000.000, NPV Rp. 2786820519, IRR 24.99%, Net B / C of 1.41, Payback Period 3.73 years. In this study produced equipment specifications, layout and Detailed Engineering Design.

Keywords: *Detailed Engineering Design, Sterilization, Dairy Industry, Feasibility*

PENDAHULUAN

Susu merupakan bahan makanan yang bernilai gizi tinggi karena mengandung komponen penting yaitu protein, lemak, vitamin, mineral, laktosa serta enzim-enzim dan beberapa jenis mikroba yang bermanfaat bagi kesehatan sebagai probiotik. Namun hal ini tidak ada artinya bila susu tidak aman dikonsumsi atau tidak aman bagi kesehatan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan agar susu aman dikonsumsi adalah dengan melakukan sterilisasi.

Sterilisasi susu adalah proses pengawetan susu yang dilakukan dengan cara memanaskan susu sampai mencapai suhu diatas titik didih, sehingga bakteri maupun kuman dan spora mati. Cara sterilisasi susu memerlukan peralatan khusus dengan biaya yang relatif mahal, sehingga umumnya dilakukan oleh Industri Pengolahan Susu (IPS). Dengan demikian Industri Pengolahan Susu (IPS) mempunyai peranan penting dan strategis dalam upaya penyediaan kebutuhan gizi masyarakat. Industri ini mempunyai peluang besar dalam upaya penyediaan produk susu bagi 220 juta penduduk Indonesia yang saat ini konsumsi rata-rata susu hanya mencapai 12,85 kg/kapita/tahun, masih jauh dibawah negara ASEAN lainnya antara lain Philipina 20 kg, Malaysia 20 kg, Thailand 20-25 kg, Singapura 32 kg. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan detailed engineering design Industri Susu Sterilisasi skala menengah di Jawa Tengah, Indonesia di lokasi dekat dengan

peternakan Susu sapi perah dan menghitung kelayakannya. Teknologi pengolahan susu Sterilisasi merupakan teknologi yang sudah banyak dikembangkan dan terbukti kehandalannya, akan tetapi pemilihan teknologi yang tepat untuk kapasitas yang dapat dipasok jumlah bahan bakunya di Jawa Tengah merupakan hal yang penting diperhatikan. Kelebihan kapasitas akan mengakibatkan terlalu besarnya investasi dan biaya produksi.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey ke lokasi penghasil susu segar di Kabupaten Boyolali untuk memastikan ketersediaan bahan bakunya. Proses perancangan dilakukan pada skala menengah dengan menghitung neraca massa dan energi. Perancangan alat, perancangan tata letak sampai *Detailed Engineering Design* dilakukan dengan kaidah engineering dengan alat bantu Microsoft excell dan Visio.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses produksi susu sterilisasi ini dilakukan secara *batch*, karena kapasitas produksinya yang kecil dan varian produk yang ingin diproduksi beragam. Penerimaan susu dilakukan dengan menakar tangki berisi susu pada takaran susu. Saat bongkar muat susu langsung dilewatkan pada unit penyaringan dan selanjutnya di dinginkan pada

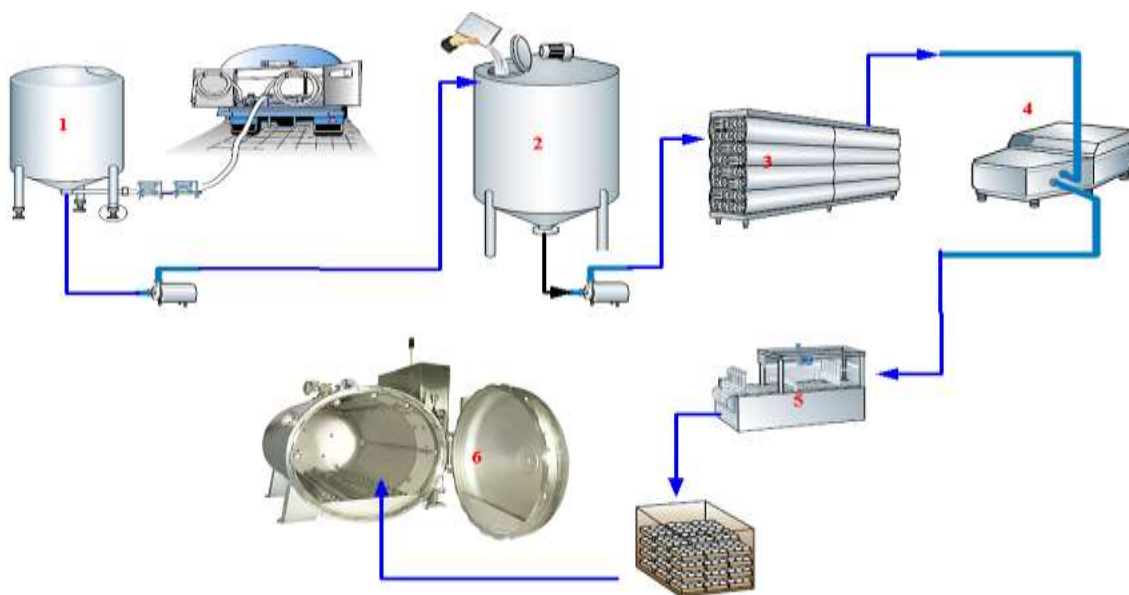
suhu 4°C, lalu ditampung didalam tangki penyimpan susu. Penyimpanan ini berlangsung memodifikasi dan memberikan peningkatan rasa dan kualitas susu. Hal ini dilakukan dengan penambahan zat perasa

Proses ini dilakukan pada temperatur 45-50°C dimana sebelumnya susu dipanaskan terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam tangki pencampur. Bahan-bahan tersebut kemudian diaduk dalam tangki pencampur ± 30 menit. Setelah proses pencampuran kemudian dilakukan proses Pasteurilisasi. Setelah proses ini dilakukan homogenisasi susu dalam *Homogenizer*. Proses ini dilakukan untuk menyeragamkan dan melarutkan semua bahan tambahan yang dicampurkan ke dalam susu, sehingga nantinya tidak terjadi pengendapan bahan tambahan di dalam susu. Proses ini dilakukan dalam suatu alat bertekanan sampai dengan 150 bar yang disebut dengan *Homogenizer*.

Pengemasan dilakukan pada alat pengisian dan penutupan botol yang berjalan secara otomatis, mesin pengisian ini harus disterilkan sebelum digunakan, dan untuk menjaga ke sterilan ruangan untuk dua unit alat ini juga diberi tekanan dan pendingin agar udara luar tidak masuk keruangan ini. Alat ini terdiri dari tangki steril, mesin pengisian susu, mesin penutup dan *conveyor belt*. Adakalanya alat pengisi/pengemas susu

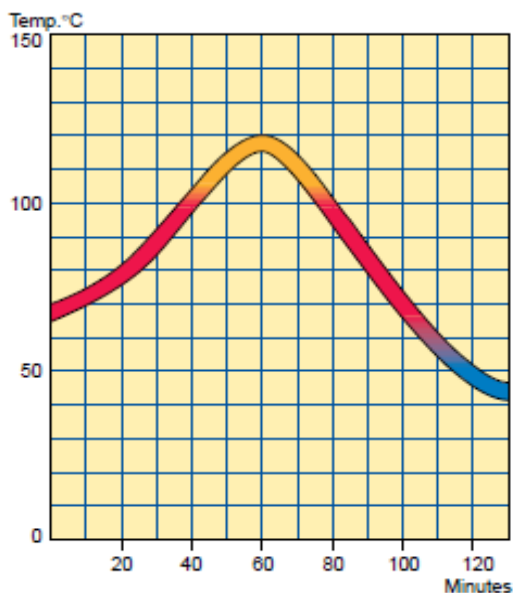
pada suhu 4°C. Persiapan bahan baku dilakukan untuk seperti coklat, rasa buah dll, selain itu ditambahkan penguat rasa dan *stabilizer*.

mengalami gangguan sehingga proses pengemasan harus berhenti, maka proses pengemasan susu steril ini tidak perlu berhenti karena hasilnya masih bisa ditampung di tangki steril. Pengemasan susu berjalan pada kondisi dingin atau biasa disebut *cold filling system*. Ukuran kemasan susu yang diproduksi terdiri dari ukuran mulai dari 80ml, 100 ml dan 210 ml. Setelah pengemasan dalam botol, kemudian susu tersebut diberi label tanggal kadaluarsa. Susu yang dikemas kemudian disusun dalam rak-rak besi kemudian dimasukkan dalam alat sterilisasi yang biasa disebut dengan *Autoclave*, didalam alat ini, susu dalam kemasan tersebut akan dipanaskan pada temperatur 125°C selama 30 menit, kemudian didinginkan, dan siap dimasukkan ke dalam gudang untuk proses inkubasi selama 7 hari. Setelah masa inkubasi selesai, susu akan dicek keberadaan pertumbuhan kumannya, jika hasil tes menunjukkan tidak ada pertumbuhan kuman maka susu steril ini siap dikirim ke pasaran. Secara keseluruhan unit proses mulai dari penerimaan susu sampai dengan tahap pengemasan akan disampaikan pada gambar berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pengolahan Susu Sterilisasi

Susu steril jenis diproduksi dengan proses perlakuan panas yang biasa disebut dengan Sterilisasi. Proses sterilisasi ini dilakukan untuk membunuh spora bakteri yang terdapat didalam susu. Perlakuan ini memiliki batasan bahwa yang akan rusak karena panas adalah hanya bakteri dan sporanya saja, dan tidak merusak kandungan nutrisi yang berada didalam susu yang ditandai dengan terjadinya perubahan kimia pada susu. Berdasarkan proses sterilisasi yang dilakukan proses Sterilisasi dapat dilakukan dalam kemasan. Proses ini dilakukan dengan memasukkan susu hasil dari proses standarisasi dan homogenisasi kedalam botol atau kaleng kemudian dikontakkan dengan panas selama 20-30 menit pada temperatur 115°C-120°C. Model pemanasan dengan perlakuan ini ditunjukkan pada gambar berikut:

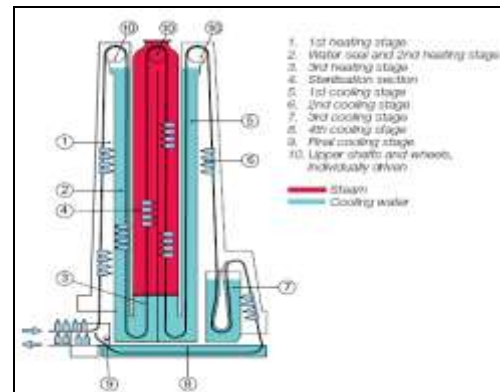


Gambar 2. Sistem Pemanasan Pada Proses Sterilisasi Dalam Kemasan

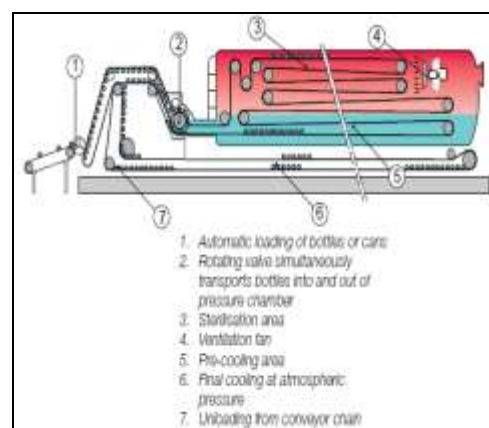
Dari gambar tersebut terlihat bahwa pemanasan dengan metode ini proses sterilisasi dilakukan secara optimum antara selang antara temperatur 110°C-120°C, dengan selang waktu 20 menit. Hal ini dilakukan agar perusakan spora dapat dilakukan dengan baik dan tanpa merubah rasa dari susu tersebut. Proses sterilisasi susu dalam kemasan ini biasa dilakukan dengan menggunakan *system batch* dengan *autoclave* atau sistem menerus dengan menggunakan alat sterilisasi *vertical* atau *horizontal*. Berikut disampaikan gambar alat sterilisasi Batch maupun menerus:



Gambar 3. Autoclave Alat Sterilisasi Sistem Batch



Gambar 4. Alat Sterilisasi Vertikal

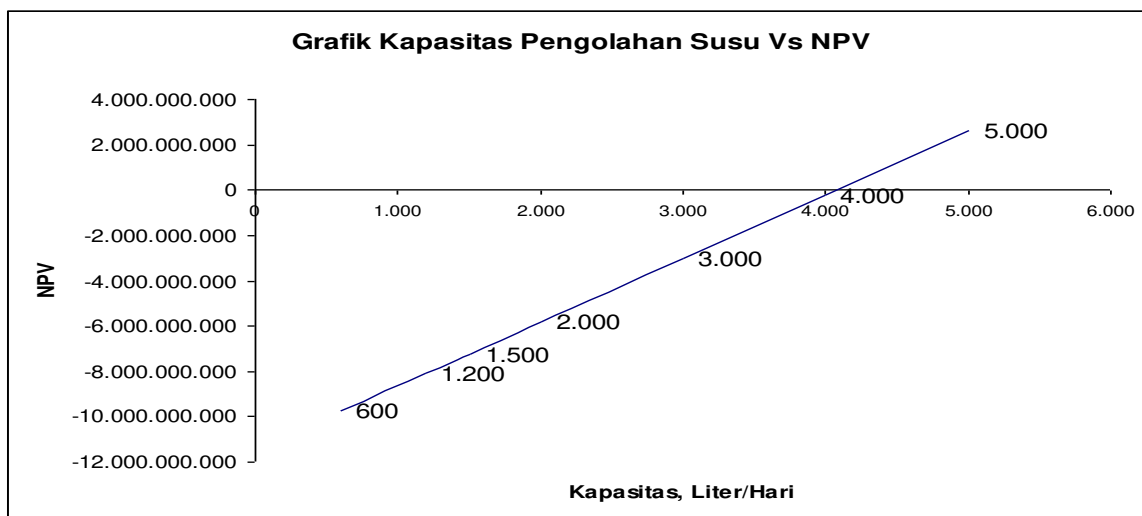


Gambar 5. Alat Sterilisasi Horizontal

Pada kedua alat sterilisasi menerus ini baik vertikal maupun horizontal susu akan dibawa menggunakan *conveyor* melalui tahap proses pendinginan dan pemanasan secara singkat kemudian didinginkan kembali.

Penentuan kapasitas produksi dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan, kebutuhan dalam negeri, menggantikan volume impor atau mengantisipasi pertumbuhan kebutuhan dimasa yang akan datang sering dijadikan acuan sebagai parameter dalam penentuan kapasitas suatu industri. Berbeda dengan semua pendekatan diatas, yang dibangun dengan pendekatan komersial untuk menentukan kapasitas pengolahan susu sterilisasi yang akan dibangun

yang merupakan program stimulasi dilakukan dengan melakukan simulasi terhadap kapasitas dengan salah satu parameter ekonomi yang disebut NPV (*Net Present Value*). Dalam simulasi ini dilakukan dengan bantuan *software* yang dibuat dengan kaidah-kaidah ekonomi sederhana karena memang statusnya adalah *Preliminary economic analysis*, dimana telah dilakukan *trial error* terhadap kapasitas dengan nilai investasi yang ditentukan dan dari *software* tersebut akan memberikan nilai NPV pada berbagai kapasitas.



Gambar 6. Hasil Simulasi Penentuan Kapasitas Pengolahan Susu Dengan Skema Pembiayaan Murni Perbankan

Dalam menentukan nilai keekonomian dari pembangunan industri susu sterilisasi ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai investasi dengan *income* yang diperoleh dari hasil produksi.

Parameter yang dihitung untuk mengetahui kelayakan suatu investasi terdiri dari: NPV, IRR, PBT, Net B/C dan HPP. Hasil perhitungan kelayakan untuk setiap skema ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Kelayakan pada Skema Pembiayaan Perbankan

Parameter	Skema Pembiayaan Murni
Kapasitas	5.867 liter/hari
Investasi (Rp)	6.800.000.000

NPV (Rp)	2.786.820.519
IRR (%)	24,99%
B/C Ratio	1,41
PayBack Time (Tahun)	3,73

Untuk melihat pengaruh dari kenaikan harga bahan baku dan penurunan nilai jual, dilakukan juga perhitungan sensitivitas terhadap investasi ini. Hasil perhitungan sensitivitas untuk tiap skema pembiayaan ini disampaikan pada tabel berikut:

Tabel 2. Perhitungan Sensitivitas pada Skema Pembiayaan Murni

Parameter	Skenario Normal	Skenario Bahan Baku Naik 10%	Skenario Harga Jual Turun 5%
NPV (Rp)	2.786.820.519	1.264.240.503	1.020.941.635

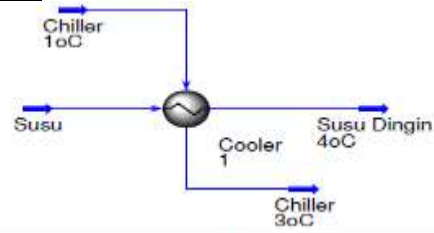
IRR (%)	24,99%	19,74%	18,86%
B/C Ratio	1,41	1,19	1,15
PayBack Time (Tahun)	3,73	4,31	4,43

Dari hasil kelayakan, diketahui bahwa investasi pada lebih sensitif terhadap penurunan harga jual produk dibandingkan dengan kenaikan bahan baku, pada kenaikan bahan baku. Pada investasi menggunakan skema pembiayaan murni nilai investasi dapat mengakomodir kenaikan harga bahan baku sampai dengan 10% dan penurunan penjualan produk sebesar 5%. Desain pabrik susu sterilisasi ini didasarkan pada kapasitas 2.000 liter/hari atau setara 167 liter/jam.

Neraca Massa dan Neraca Energi

Neraca massa dihitung untuk memberikan informasi berapa besar volume dari tiap peralatan yang digunakan, contohnya pada perhitungan kapasitas PHE dan pompa. Sedangkan untuk menghitung massa atau volume pada peralatan tangki dan alat *filling* ditentukan dari konsideran jalannya proses. Adapun neraca energi dihitung untuk menentukan beban panas yang harus disediakan pada alat utilitas, semisal *Boiler* dan *Chiller*. Neraca massa yang melalui tangki dan pompa jumlahnya 3.600 liter/jam sesuai dengan kapasitas olah pabrik susu sterilisasi. Hasil perhitungan Neraca Massa dan energi menggunakan *Hysis* pada unit pemanas, akan ditampilkan pada gambar berikut:

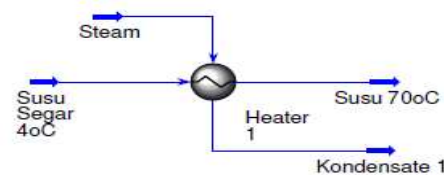
PHE 1



Cooler 1	
Duty	1,143e+004 kJ/h
Tube Side Feed Mass Flow	167,0 kg/h
Shell Side Feed Mass Flow	2287 kg/h
Tube Inlet Temperature	27,00 C
Tube Outlet Temperature	4,000 C
Shell Inlet Temperature	1,000 C
Shell Outlet Temperature	3,000 C

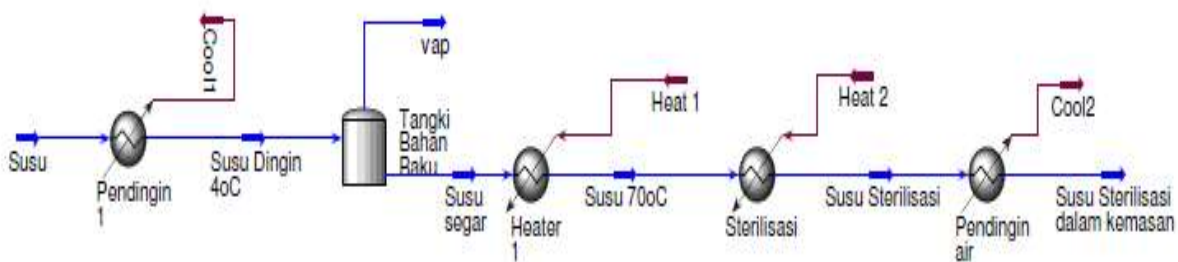
Gambar 7. Neraca Massa dan Energi Dalam PHE 1

PHE 2



Heater 1	
Duty	3,361e+004 kJ/h
Tube Side Feed Mass Flow	167,0 kg/h
Shell Side Feed Mass Flow	14,71 kg/h
Tube Inlet Temperature	4,000 C
Tube Outlet Temperature	70,00 C
Shell Inlet Temperature	120,0 C
Shell Outlet Temperature	100,0 C

Gambar 8. Neraca Massa dan Energi Dalam PHE 2



Material Streams							
		Susu	Susu Dingin 4oC	Susu segar	Susu 70oC	Susu Sterilisasi	Susu Sterilisasi dalam kemasan
Temperature	C	27,00	4,000	4,000	70,00	120,0	25,00
Pressure	atm	1,000	1,000	1,000	1,000	1,742	1,000
Master Comp Mass Flow (Susu*)	kg/h	167,0000	167,0000	167,0000	167,0000	167,0000	167,0000
Master Comp Mass Flow (H2O)	kg/h	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mass Flow	kg/h	167,0	167,0	167,0	167,0	167,0	167,0

Gambar 9. Susunan Diagram Neraca Massa Pengolahan Susu Sterilisasi

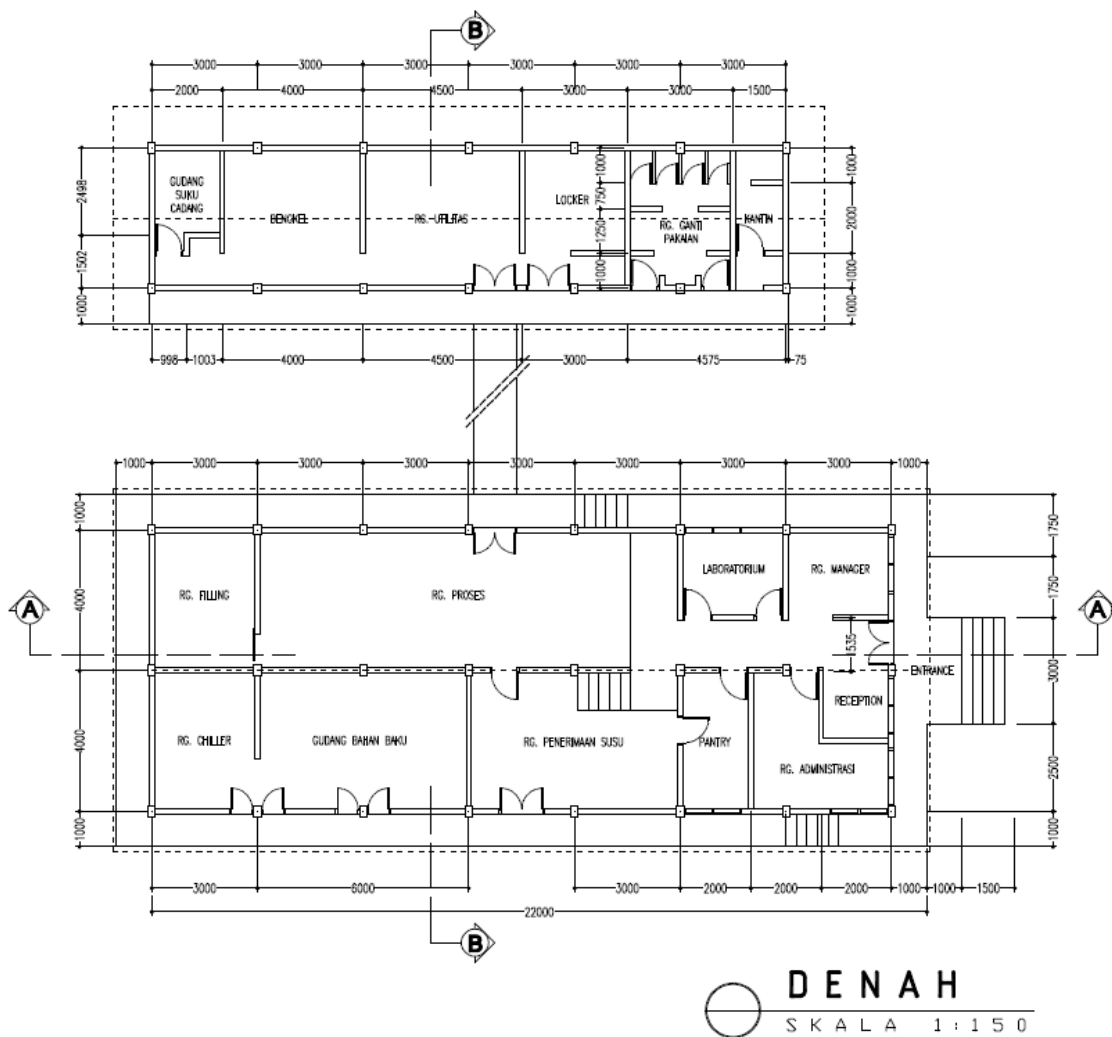
Sepesifikasi alat yang dirancang disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 3. Nama Alat dan Spesifikasi Yang Digunakan

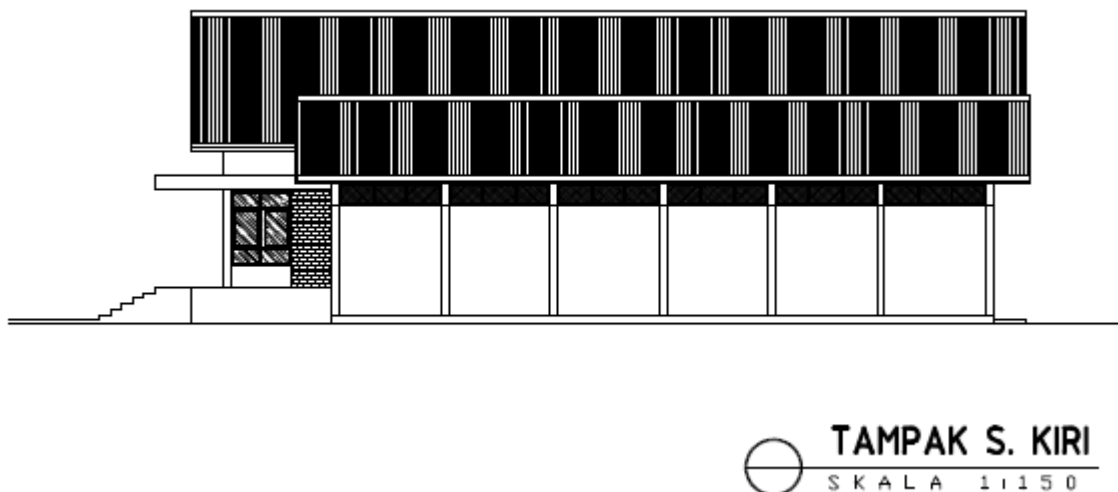
No	Nama Alat dan Spesifikasi	Kapasitas	Jumlah
1	Tangki Penyimpan susu . kapasitas 1 m ³ , bahan stainless steel sus 304 food grade	1 m ³	2
2	PHE No 3 , A : 0,1622 m ² , material stainless steel. Tekanan 2 bar	1 m ³ /jam	1
3	Pompa. Kapasitas 3,6 m ³ /jam, head : 30 m, bahan stainless steel 304, inlet outlet 1 inch, electric motor 3 phase, 380 Volt, 60 Hz, power 2 Kw	3,6 m ³ /jam	1
4	Tangki Pencampur/pasteurisasi . kapasitas 0,6 m ³ , D : 1.098mm, H : 1.632 mm, bahan stainless steel tebal 3 mm	0,6 m ³	1
5	PHE No 3 , A : 0,3244 m ² , material stainless steel. Tekanan 2 bar	0,6 m ³ /jam	1
6	Pompa. Kapasitas 3,6 m ³ /jam, head : 30 m, bahan stainless steel 304, inlet outlet 1 inch, electric motor 3 phase, 380 Volt, 60 Hz, power 2 Kw	3,6 m ³ /jam	1
7	Homogenizer , output 300 liter/jam. Tekanan 150 bar, material stainless steel. electric motor 3 phase, 380 Volt, 60 Hz, Power 2,2 kW, Vbelt drive system, crank case fully immerse oil	0,3 m ³ /Jam	1
8	Tangki Aseptik. kapasitas 0,6 m ³ , bahan stainless steel tebal 5 mm stainless steel.	0,6 m ³	1
9	Pompa. Kapasitas 3,6 m ³ /jam, head : 30 m, bahan stainless steel 304, inlet outlet 1 inch, electric motor 3 phase, 380 Volt, 60 Hz, power 2 kW	3,6 m ³ /jam	1
10	Mesin Pengisi dan Kemasan, kapasitas 500 liter/jam, cold packing system, bottles packing, 80.100 dan 210 ml packaging.	500 liter/jam	1
11	Autoclave, kapasitas 504 botol @ 80 ml, tekanan 4 bar. D ; 1.200 mm, L : 2.000 mm. Material stainless seteel		
13	Boiler, kapasitas 0,6 Ton/jam, tekanan 5 bar, bahan bakar gas. Pompa umpan boiler Kapasitas 1,5 m ³ /jam, head : 10 atm , bahan stainless steel 304, inlet outlet 3 inch, electric motor 3 phase, 380 Volt, 60 Hz, power 1,5 kW x	0,6 Ton/jam	1

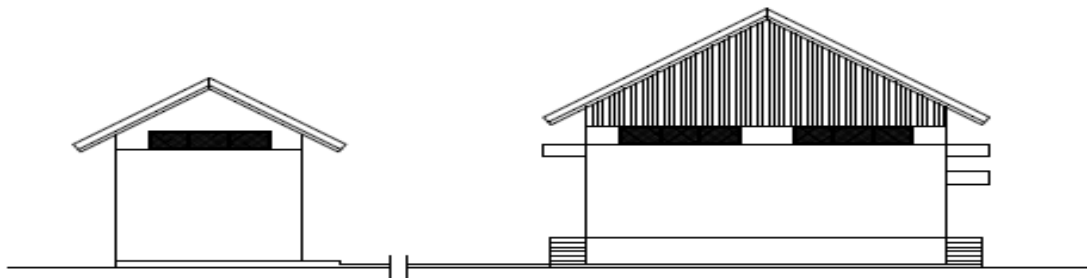
No	Nama Alat dan Spesifikasi	Kapasitas	Jumlah
	2 = 3 kW, safety valve, level & Pressure switch.		
14	Genset , kapasitas 20 kW, 3 phase, 380 Volt, 60Hs, fuel solar	20 kW	1
15	Screw compressor, cap. 2m ³ /jam, Pressure 7,5 – 10 bar, 2,2 kW	2m ³ /jam	1
16	Chiller, kapasitas 1.026.000 kJ, low temp service 4°C, power 6,5 kW (compressor+pompa evaporator+Proses)	1.026.000 kJ/jam	1
17	Demin Plant, kapasitas 0,5 m ³ /jam, resin kation & resin anion, regenerasi unit/ Setara air isi ulang	0,5 m ³ /jam	1
18	Water Treatment, 7 m ³ /jam	7 m ³ /jam	1
19	Aerobic Pond, Kapasitas total 18,7 m ³ , kolam aerasi 14,7 m ³ PxLxH : 2x3x3,5 m, kolam equalisasi 2,1 m ³ + Kolam adjusting 1,05 m ³ , PxLxH : 4x3x1,5 m, material beton cor standard K250.	18,7 m ³	1

Denah Bangunan Proses Susu Sterilisasi, Bangunan Proses Susu Sterilisasi, Detail Bangunan Proses Susu Sterilisasi dan PEFD CIP (Clean In Place Unit) Pengolahan Susu Sterilisasi disajikan pada Gambar berikut.



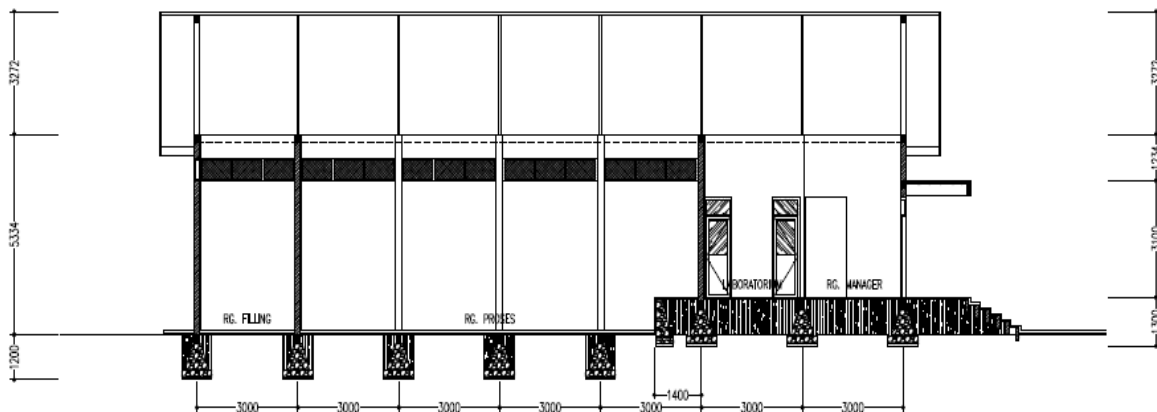
Gambar 10. Denah Bangunan Proses Susu Sterilisasi





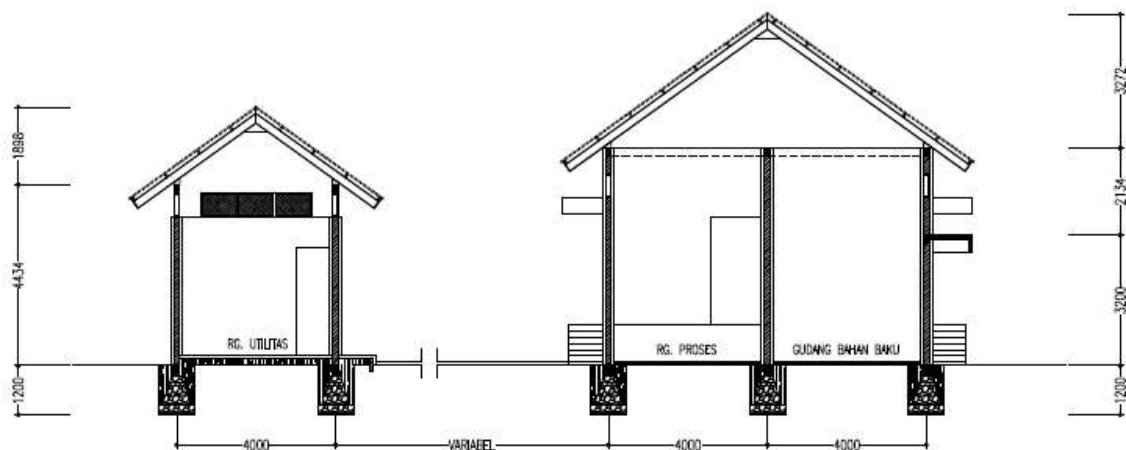
TAMPAK BELAKANG
SKALA 1 : 150

Gambar 11. Bangunan Proses Susu Sterilisasi



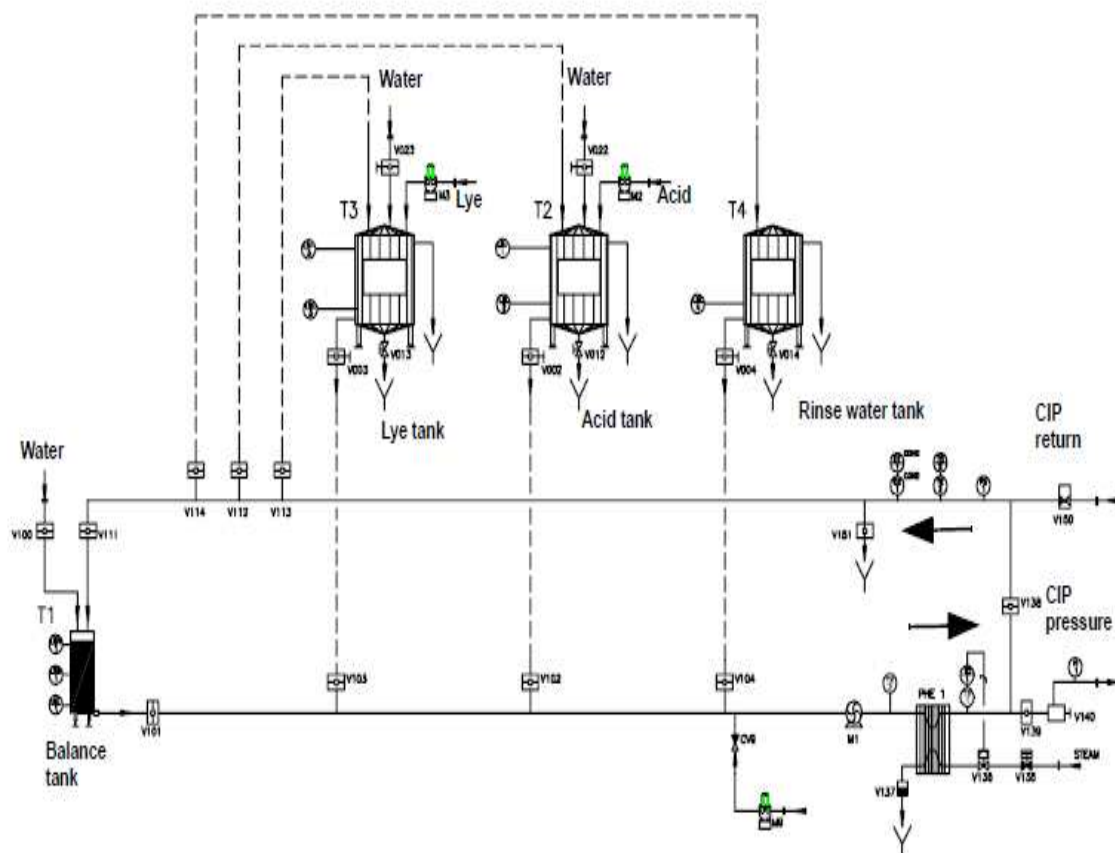
POTONGAN A - A
SKALA 1 : 150

Gambar 12. Detail Bangunan Proses Susu Sterilisasi



POTONGAN B - B
SKALA 1 : 150

Gambar 13. Detail Bangunan Proses Susu Sterilisasi



Gambar 14. PEFD CIP (Clean In Place Unit) Pengolahan Susu Sterilisasi

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Proses pengolahan susu sterilisasi diawali dengan penerimaan susu dari peternak/KUD. Untuk menjaga kualitasnya, susu disimpan dalam *Cooling Unit* (1), ketika siap untuk digunakan susu akan dipompakan ke *Mixing tank* (2), dimana dalam tangki ini susu diberi penguat rasa dan pemanis sehingga tercipta berbagai jenis susu sterilisasi yang diinginkan. Kemudian susu di Pasteurisasi dalam *batch* pasteurisasi (3), sekaligus pengkondisian untuk dilakukannya homogenisasi didalam *Homogenizer* (4). Homogenisasi bertujuan untuk membuat campuran bahan tambahan dengan susu menyatu dan tidak terjadi endapan. Setelah homogenisasi susu dikemas dalam mesin pengemas steril (5) sesuai ukuran yang diinginkan dan sterilisasi terakhir dilakukan di *Autoclave* (6).

2. Pada kelayakan finansial maka kapasitas minimum untuk menghasilkan NPV positif pada skema pembiayaan perbankan murni adalah 5.867 liter/hari. Nilai investasi yang diperlukan sebesar Rp.6.800.000.000, NPV Rp. 2.786.820.519, IRR 24,99%, Net B/C 1,41, Pay Back Period 3,73 tahun. Pada penelitian ini dihasilkan spesifikasi peralatan, tata letak dan Detailed Engineering Design.
3. Telah dihasilkan perancangan detailed engineering design Industri Susu sterilisasi skala menengah pada kapasitas 5.867 liter/hari

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih kepada UMJ and Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Republik Indonesia untuk pendanaan Hibah Bersaing 2016 dengan nomor kontrak 772/K3/KM/SPK.LT/2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Austin JE. 1992. *Agroindustrial Project Analysis: Critical Design Factors*. EDI Series in Economic Development. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London.
- Branan CR. 1994. *Rules of Thumb for Chemical Engineers, A Manual of Quick, Accurate Solutions to Everyday Process Engineering Problems*. Gulf Publishing Company. Houston, Texas
- Brown J G, Deloitte, Toache. 1994. *Agroindustrial Investment and Operations*. Washington DC : EDI Development Studies.
- Chandan, R. C. Dairy Ingredients for Food Processing: Chapter 1. Dairy Ingredients for Food Processing: An Overview. 2011
- Dieter GE. 1987. *Engineering Design, A Material and Processing Approach*. First edition. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Douglas JM. 1998. *Conceptual Design of Chemical Processes*, Mc Graw Hill International Edition. Chemical Engineering Series.
- Edgar TF and Himmelblau DM. 1988. *Optimization of Chemical Processes*, Chemical Engineering Series. Mc Graw Hill International Edition.
- Hadiwiyoto,S. 1982, Teknik Uji Mutu Susu dan Hasil Olahannya, Universitas Gajah Mada Press, Yogyakarta
http://www.azaquar.com/en/iaa/index.php?cible=ta_laiterie_03#_Toc222116729, diakses 28 Juni 2012
- Lewis, M.J. dan Deeth, H. C. Milk Processing and Quality Management: Chapter 7. Heat Treatment of Milk. Edited by Dr Adnan Y. Tamime, Advance Dairy Science and Technology
- Pisekey, J, 1997, Handbook of Milk Powder Manufacture, Copenhagen, Denmark
- PT. Sari Husada Tbk, 2003, Proses Pengolahan Susu Bubuk, Yogyakarta
- Saaty TL. 1993. *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin: Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi Yang Kompleks*. Setiono L, penerjemah; Jakarta: Pustaka Binaman Presindo. Terjemahan.
- Seider WD, Seader JD and Lewin DR. 1999. *Process Design Principles Synthesis, Analysis and Evaluation*. John Wiley & Sons, Inc.
- Sinnott RK. 1989. *Chemical Engineering, An Introduction to Chemical Engineering Design*. Pergamon Press Oxford. New York.
- Soeharto. 1990. *Manajemen Proyek Industri (Persiapan, Pelaksanaan dan Pengelolaan)*. Erlangga, Jakarta.
- Walstra, P., Wouters J. T. M. and Geurts, T. J., 2001, Dairy Science and Technology Second Edition.
http://www.setneg.go.id/index.php?Itemid=29&id=3302&option=com_content&task=view
<http://investasi.kontan.co.id/v2/read/industri/36025/Pengusaha-Minta-Bahan-Baku-Susu-Masuk-BMDTP-2014>
<http://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptitbpp-gdl-volricisti-27200>
- Jennes, R dan Patton, S. Principle of dairy Chemistry. John Wiley & Sons, Inc. 1969.
- Murti, T.W., H. Purnomo dan S. Usmiati, 2009, Pascapanen dan Teknologi Pengolahan Susu. Profil Usaha Peternakan Sapi Perah di Indonesia, Puslitbang Peternakan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bogor
- Thawaf, R., T.W. Murti dan R.A. Saptati, 2009, Kelembagaan dan Tata Niaga Susu. Profil Usaha Peternakan Sapi Perah di Indonesia. Puslitbang Peternakan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bogor