

BAB II PROSES PRODUKSI

A. Tinjauan Pustaka

1. Susu Segar

Susu adalah cairan berwarna putih yang disekresi oleh kelenjar *mammae* (ambing) pada binatang mamalia betina untuk bahan makanan dan sumber gizi bagi anaknya. Sebagian besar susu yang dikonsumsi manusia berasal dari susu sapi (Winarno, 1993). Susu merupakan bahan makanan yang bernilai gizi tinggi yang diperoleh dari pemerahan hewan, diantaranya sapi. Komponen penting dalam air susu, adalah protein, lemak, vitamin, mineral, laktosa, enzim-enzim dan beberapa jenis mikroba yang bermanfaat bagi kesehatan sebagai probiotik (Hendrawati, 2017).

Komposisi susu sapi tergantung pada jenis sapi, tingkat laktasi, pakan, interval pemerahan, umur sapi (Hendrawati, 2017). Kandungan gizi susu sapi per 100 gram bahan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Kandungan Gizi Susu Sapi per 100 gram

Kandungan Zat Gizi	Komposisi
Energi (kkal)	61
Protein (g)	3,2
Lemak (g)	3,5
Karbohidrat (g)	4,3
Kalsium (mg)	143
Fosfor (mg)	60
Besi (mg)	1,7
Vitamin A (μ g)	39
Vitamin B1 (mg)	0,03
Air (g)	88,3

Sumber: Departemen Kesehatan RI (2005)

2. Sifat Fisik dan Kimia Susu

Susu segar yang baik adalah belum mengalami perubahan warna, rasa, kekentalan, bau, berat jenis, titik beku, titik didih, dan tingkat keasamannya (Saleh, 2004). Kerapatan susu bervariasi antara 1,0260 dan 1,0320 pada suhu 20°C, angka ini biasanya disebut sebagai "26" dan "32". Keragaman ini disebabkan karena perbedaan kandungan lemak dan zat-zat padat bukan lemak. Nilai pH susu segar berada di antara pH 6,6-6,7 dan bila terjadi cukup banyak pengasaman oleh aktivitas bakteri, angka-angka ini akan menurun

secara nyata. Bila pH susu naik di atas 6,6-6,8 biasanya hal itu dianggap sebagai tanda adanya mastitis pada sapi, karena penyakit ini menyebabkan perubahan keseimbangan mineral dalam susu (Amalia, 2012).

Warna putih dari susu diakibatkan oleh dispersi yang merefleksikan sinar dari globula-globula lemak serta partikel-partikel koloid senyawa kasein dan kalsium posfat. Warna kekuningan disebabkan karena adanya pigmen karoten yang terlarut di dalam lemak susu. Karoten mempunyai keterkaitan dengan pigmen santofil yang banyak ditemukan di dalam tanam-tanaman hijau. Bila karoten dan santofil dikonsumsi oleh sapi perah, maka akan ikut dalam aliran darah dan sebagian terlarut atau bersatu dalam lemak susu (Mohamad, 2002).

Susu segar memiliki rasa sedikit manis dan bau (aroma) khas. Rasa manis disebabkan adanya gula laktosa di dalam susu, meskipun sering dirasakan ada sedikit rasa asin yang disebabkan oleh klorida. Bau khas susu disebabkan oleh beberapa senyawa yang mempunyai aroma spesifik dan sebagian bersifat volatil. Oleh sebab itu, beberapa jam setelah pemerahan atau setelah penyimpanan, aroma khas susu banyak berkurang (Mohamad, 2002).

Titik beku susu di Indonesia adalah $-0,520^{\circ}\text{C}$, sedangkan titik didihnya adalah $100,16^{\circ}\text{C}$. Titik didih dan titik beku ini akan mengalami perubahan apabila dilakukan pemalsuan susu dengan penambahan air yang terlalu banyak karena titik didih dan titik beku air berbeda. Viskositas susu berkisar antara 1,5-2 cP yang dipengaruhi oleh bahan padat susu, lemak, dan suhu susu (Saleh, 2011).

3. Syarat Mutu Susu Segar

Badan Standarisasi Nasional menjelaskan bahwa susu segar adalah cairan yang berasal dari ambung sapi sehat dan bersih, yang diperoleh dengan cara pemerahan yang benar, yang kandungan alaminya tidak dikurangi atau ditambah sesuatu apapun dan belum mendapat perlakuan apapun kecuali pendinginan. Susu bersifat mudah rusak (*perishable food*). Komposisi dan keadaan susu yang dapat dinyatakan sebagai susu segar menurut Badan Standarisasi Nasional disajikan dalam **Tabel 4**.

Tabel 4. Syarat Mutu Susu Segar berdasarkan SNI 3141.1:2011

Parameter	Syarat
Berat jenis pada suhu 27,5°C	Minimum 1,0270 g/ml
Kadar lemak	Minimum 3,0%
Kadar Bahan Kering Tanpa Lemak (BKTL) atau <i>solid non-fat</i> (SNF)	Minimum 7,8%
Kadar protein	Minimum 2,8%
Cemaran logam berbahaya:	
- Timbal (Pb)	Maksimum 0,02 ppm
- Merkuri (Hg)	Maksimum 0,03 ppm
- Arsen (As)	Maksimum 0,1 ppm
Organoleptik (warna, bau, rasa, dan kekentalan)	Tidak ada perubahan
Kotoran dan benda asing	Negatif
Total kuman	1.000.000 cfu/ml
Salmonella	Negatif
<i>Eschericia coli</i> (patogen)	Negatif
Koliform	20 cfu/ml
Streptococcus grup B	Negatif
<i>Staphylococcus aureus</i>	100 cfu/ml
Jumlah sel somatis	Maksimum 4×10^5 sel/ml
Uji katalase	Maksimum 3 cc
Uji reduktase	2 ~ 5 jam
Residu antibiotika (Gol. Penisilin, tetrasiklin, aminoglikosida, makrolida)	Negatif
Uji alkohol (70%) v/v	Negatif
Derajat asam	6,0-7,5 SH
pH	6,3-6,8
Titik beku	-0,520 s/d 0,560°C
Uji peroksidase	Positif

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2011)

4. Susu Sterilisasi

Susu steril adalah produk susu cair yang diperoleh dari susu segar atau susu rekonstitusi atau susu rekombinasi yang dipanaskan pada suhu tidak kurang dari 100°C selama waktu yang cukup untuk mencapai keadaan steril komersial dan dikemas secara hermetis (kedap). Susu jenis ini kadar lemak susunya tidak kurang dari 3% dan total padatan bukan lemak tidak kurang dari 8% (Utami, 2009).

Metode sterilisasi yang sering digunakan pada susu salah satunya adalah sterilisasi botol. Sterilisasi botol, susu dimasukkan dalam botol lalu disterilisasi pada temperatur antara 105-120°C. Sterilisasi bisa dilakukan dalam alat *autoclave (batch)* atau dalam tower sterilizer (Aritonang, 2017). 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 (Hendrawati, 2017).

5. Pengolahan Susu Cair Steril

Susu yang sebagian besar diproduksi dari para peternak, akan sampai di industri pengolahan susu (IPS: seperti “indomilk”, Frisian Flag, Ultra Jaya, Nestle, dll) melalui rantai yang panjang, sehingga kesempatan susu untuk rusak sampai di IPS cukup besar terlebih jika temperatur penyimpanan berubah-ubah selama transportasi. Oleh karena itu begitu sampai di Industri Pengolahan Susu, sebelum susu diterima terlebih dahulu dilakukan serangkaian pengujian pada susu, sehingga susu yang tidak memenuhi standar yang sudah ditetapkan tidak dapat diterima. Pengujian yang umum dilakukan untuk kualitas higienis susu adalah :

- Uji organoleptik
- Uji alkohol (*alcohol precipitation test*)
- Uji didih (*clot on boiling test*)
- Uji keasaman
- Uji reduksi (Aritonang, 2017)

Proses pengolahan susu sterilisasi diawali dengan penerimaan susu dari peternak/KUD, selanjutnya susu disimpan dalam *cooling unit*, pencampuran, homogenisasi, pasteurisasi, pengemasan, sterilisasi, dan penyimpanan (Hendrawati, 2017).

a. Penerimaan Susu

Biasanya susu segar diperoleh dari pemerahan yang dilakukan selama 2 kali yaitu ada pagi dan sore hari. Susu segar yang diterima dari pemerahan sore dimasukkan ke dalam tanki pendingin dan digabungkan dengan susu segar yang diterima hasil pemerahan pagi hari berikutnya. Sebelum diolah, susu segar diuji lebih dahulu, yang meliputi uji alkohol, berat jenis, pH dan kadar lemak. Hasil uji alkohol harus menunjukkan negatif (tidak pecah, jika dicampur alkohol 70% 1:1), berat jenis minimal 1,028, pH 6,5-6,8 dan kadar lemak minimal 2,8% (Wardana, 2012). Saat bongkar muat, susu langsung dilewatkan pada unit penyaringan dan didinginkan pada suhu 4°C, lalu ditampung di dalam tanki penyimpanan susu. Penyimpanan ini berlangsung pada suhu 4°C (Hendrawati, 2017).

b. Pemanasan dan Pencampuran

Tahap ini diperlukan untuk menyeragamkan susu dan dapat dicampur bahan lain seperti gula atau perasa/pewarna makanan, dengan cara dimasukkan ke dalam tanki yang berpengaduk (*agitator*) dan dapat diatur suhunya (Wardana, 2012). Persiapan bahan baku dilakukan untuk memodifikasi dan memberikan peningkatan rasa dan kualitas susu. Hal ini dilakukan dengan penambahan zat perasa seperti coklat, rasa buah dll., selain itu ditambahkan penguat rasa dan *stabilizer*. Bahan-bahan tersebut kemudian diaduk dalam tanki pencampur ± 30 menit (Hendrawati, 2017).

c. Homogenisasi

Tujuan utama proses homogenisasi pada pengolahan susu adalah untuk memecahkan butiran-butiran lemak yang sebelumnya berukuran 5 mikron menjadi 2 mikron atau kurang. Dengan cara ini susu dapat disimpan selama 48 jam tanpa terjadi pemisahan krim pada susu. Proses homogenisasi terjadi karena adanya tekanan yang tinggi dari pompa pada alat *homogenizer*. Susu yang telah dihomogenisasi selanjutnya dialirkan menuju tanki pemanas (*pasteurizer*) (Wardana, 2012).

d. Pasteurisasi

Proses pasteurisasi dilakukan umumnya menggunakan metode HTST (*High Temperature Short Time*) yaitu dengan pemanasan 80-90°C selama 15 detik. Selanjutnya susu akan melewati *plate cooler* sebelum ditampung ke tanki penampungan akhir (*surge tank*) (Wardana, 2012).

e. Pendinginan

Proses pendinginan dilakukan untuk menurunkan suhu secara cepat dari 80-90°C menjadi 5-10°C sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk. Pendinginan biasanya dilakukan dengan melewati susu ke serangkaian *plate cooler* (Wardana, 2012).

f. Pengemasan

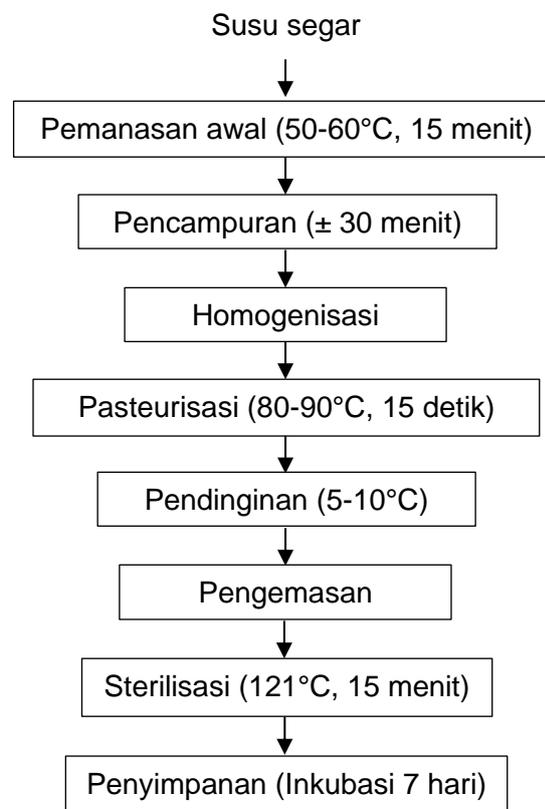
Pengemasan dilakukan pada alat pengisian dan penutupan botol yang berjalan secara otomatis, mesin pengisian ini harus disterilkan sebelum digunakan dan untuk menjaga kesterilan ruangan juga diberi tekanan dan pendingin agar udara luar tidak masuk ke ruangan ini. Alat ini terdiri dari tanki steril, mesin pengisian susu, mesin penutup dan *conveyor belt*. Setelah pengemasan dalam botol, kemudian susu tersebut diberi label tanggal kadaluarsa (Hendrawati, 2017).

g. Sterilisasi

Susu yang dikemas kemudian disusun dalam rak-rak besi kemudian dimasukkan dalam alat sterilisasi yang biasa disebut dengan *Autoclave*. Proses sterilisasi dilakukan dengan cara memanaskan susu hingga temperatur 121°C, selama kurun waktu 15 menit. Setelah pemanasan ini, dilakukan pendinginan secara perlahan untuk menghindari *over-boiling* (Hendrawati, 2017).

h. Penyimpanan

Susu 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 (Hendrawati, 2017).



Gambar 4. Proses Produksi Susu Cair Steril

Sumber: (Wardana, 2012; Hendrawati 2017)

6. Uji Kualitas Susu

Kualitas susu merupakan salah satu faktor yang penting. Penentuan kualitas susu di Indonesia masih berdasarkan *Milk Codex*. *Milk Codex* merupakan suatu daftar satuan yang harus dipenuhi air susu sebagai bahan makanan. Pemeriksaan susu untuk melihat keadaannya dapat dilakukan dengan uji didih, uji alkohol, dan uji derajat asam (Dwitania dan Swacita, 2013). Uji alkohol dilakukan untuk mengetahui adanya susu yang rusak, apabila terdapat butir-butir susu pada dinding tabung menunjukkan susu tersebut positif telah rusak. Susu segar yang berkualitas baik tidak akan pecah atau menggumpal bila dipanaskan atau dididihkan. Sebaliknya, susu yang bermutu jelek akan mengalami penggumpalan bila dipanaskan. Hal itu terjadi karena adanya asam yang dihasilkan oleh mikroba dari peruraian laktosa. Asam tersebut mengakibatkan protein susu mudah mengalami denaturasi dan penggumpalan bila dilakukan pemanasan (Sorihah, 2010).

B. Uraian Proses Produksi di PT. Indolakto Factory Pandaan

1. Pemompaan susu segar

Susu segar yang telah lolos uji dialirkan melalui PHE (*Plate Heat Exchanger*) pada suhu 4°C untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme lalu disimpan di dalam tangki penyimpanan berkapasitas total 100 ton yang disebut *storage vessel*. Susu disimpan selama 24 jam dan udara dingin di dalam tangki disirkulasi menggunakan *chiller*. Terdapat 4 tangki untuk penyimpanan susu yaitu tangki A, B, C, dan D dimana tangki A dan B memiliki kapasitas penyimpanan masing-masing sebesar 30 ton, sedangkan tangki C dan D masing-masing sebesar 20 ton. Selanjutnya susu beserta air di pompa menuju ke tanki pencampuran. Pemompaan susu segar dan air ini dilakukan dengan memompa susu dan air dari masing-masing tangki penyimpanan dengan menggunakan katup pengalihan (*flow diversion valve*).

2. Formulasi dan penimbangan

Formulasi SCI menggunakan form standarisasi formulasi dari MES (*Manufacturing Execution System*). Standarisasi perlu dilakukan untuk mendapatkan komposisi produk yang sesuai dengan ketentuan perusahaan dan tidak berbeda dengan standar susu nasional. Setelah dilakukan standarisasi, maka setiap bahan ditimbang sesuai dengan formulasi.

3. Pencampuran

Di PT. Indolakto Factory Pandaan memiliki dua *batch* formulasi artinya pada saat proses pencampuran terdapat dua buah tangki yang digunakan. Berdasarkan jenis produk yang dihasilkan, produk SCI yang di produksi di PT. Indolakto Factory Pandaan dibedakan menjadi dua yaitu produk SCI coklat dan produk SCI non coklat. Proses pencampuran untuk produk coklat diawali dengan pembuatan coklat *slurry* artinya coklat bubuk tidak dilakukan pencampuran bersamaan dengan bahan lain melainkan dibuat coklat *slurry* terlebih dahulu. Pembuatan coklat *slurry* dilakukan dengan cara mencampurkan coklat bubuk, sebagian gula dan air pada suhu 90°C selama 20 menit. Kemudian dilanjutkan proses pencampuran secara keseluruhan baik bahan baku mayor ataupun bahan baku minor. Pada produk SCI non coklat proses pencampuran bahan baku minor dilakukan pada proses *aging*. Proses pencampuran dilakukan pada suhu 60°C selama 10 menit.

4. Homogenisasi

Proses homogenisasi berfungsi untuk mengurangi ukuran globula lemak susu, menghindari separasi pada produk, mencegah ketengikan dan mempengaruhi *mouthfeel* pada produk. Sistem homogenisasi menggunakan dua tekanan yang berbeda yaitu 2.900 psi dan 600 psi.

5. Pasteurisasi

Pasteurisasi bertujuan untuk membunuh bakteri patogen. Pasteurisasi dilakukan dengan menggunakan mesin *pasteurizer* dengan *basic* PHE dengan sistem pemanasan *indirect* dengan sumber berasal dari *steam*. Pasteurisasi yang digunakan menggunakan prinsip HTST (*High Temperature Short Time*) yaitu pada suhu $89^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 30 detik. Untuk mengontrol suhu supaya tidak mengalami fluktuatif digunakan sistem FDV (*Flow Diversion Valve*).

6. Aging

Proses *aging* bertujuan memantapkan produk artinya memberi kesempatan pada *stabilizer* untuk bekerja secara optimal. Proses *aging* menggunakan tanki SV dengan mengontrol suhunya di 4°C minimal 30 menit. Pada produk noncokelat bahan baku minor dimasukkan.

7. Filling

Proses *filling* dilakukan menggunakan dua mesin yaitu mesin *filler* 1 dan mesin *filler* 2. Perbedaan di antara dua mesin tersebut berada pada kapasitas dan sistemnya. Pada mesin *filler* 1 memiliki kapasitas 150 botol/menit sedangkan pada mesin *filler* 2 memiliki kapasitas 250 botol/menit. Sistem yang digunakan pada mesin *filler* 1 menggunakan sistem gravitasi sedangkan pada mesin *filler* 2 terintegrasi secara otomatis. Pada proses *filling* di lengkapi dengan mesin *unscramble* yang berfungsi untuk menyiapkan botol kemasan supaya siap diisi pada proses *filling* sekaligus dilakukan proses *sealing* atau penutupan botol menggunakan aluminium foil.

8. Pengkodean botol

Pengkodean botol merupakan proses pemberian kode pada leher botol produk SCI. Kode yang diberikan pada botol memberi informasi terkait jenis mesin *filler* yang digunakan, tanggal produksi, dan *expired date*.

9. Deteksi Kebocoran

Setelah dilakukan proses pengkodean produk akan berjalan menuju *leak detector*. Tujuan dilewatkannya produk pada *leak detector* adalah supaya produk yang tidak memenuhi standar dapat tereliminasi, seperti volume susu yang tidak sesuai dan apabila terjadi kebocoran pada kemasan.

10. Sterilisasi

Proses sterilisasi diawali dengan proses *loading* yaitu dilakukan pengepakan produk ke dalam keranjang. Pada sistem *loading* ini muncul istilah kode atau *load*. Dalam kode ini terdiri 3.840 botol dalam 4 keranjang.

Proses sterilisasi bertujuan untuk membunuh spora dengan menggunakan suhu minimal 121,1°C maksimal 125°C selama 10 menit dengan total *cycle* 50 menit artinya untuk mencapai suhu sterilisasi dibutuhkan waktu 50 menit. Satu kode yang muncul pada proses *loading* atau 3.840 botol produk akan masuk pada *autoclave* artinya dalam proses sterilisasi pada satu *autoclave* hanya terdiri dari satu kode. Setelah *holding* suhu sterilisasi selama 10 menit dilakukan pendinginan tahap pertama sampai suhu produk mencapai 75°C kemudian dilanjutkan pendinginan kedua sampai suhu produk mencapai maksimal 30°C untuk produk coklat dan maksimal 40°C untuk produk non coklat.

Setelah proses sterilisasi dilakuakn proses *unloading* yaitu pengeluaran botol dari keranjang atau merilis produk. Sebelum dilakukan *unloading* dari masing masing keranjang akan diambil sampel untuk diambil suatu keputusan mengenai dapat atau tidaknya produk dirilis. Produk yang tidak sesuai spesifikasi atau standar yang telah ditetapkan perusahaan merupakan produk *reject* dan akan diolah di WWTP. Sedangkan produk yang sesuai dengan spesifikasi akan lanjut ke tahap proses berikutnya. *Unloading* ini menggunakan mesin *unloader*.

11. Pelabelan

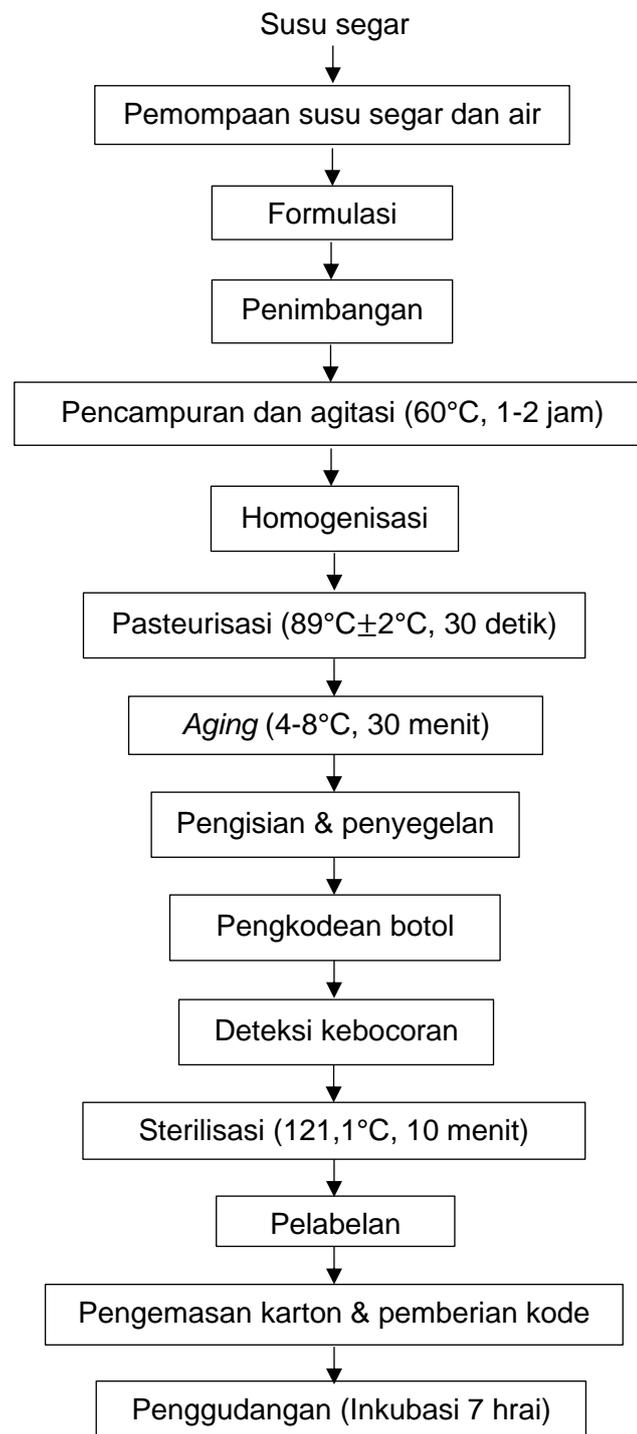
Pelabelan merupakan proses pemberian label pada kemasan. Proses pelabelan dilakukan menggunakan dua mesin label dan untuk merekatkan label pada kemasan menggunakan mesin *steam tunnel* dengan suhu kisaran 80°C. selanjutnya, botol yang telah dilabeli melewati mesin *camera checker* ini bertujuan untuk mendeteksi adanya produk yang belum diberi kode dan posisi label yang tidak sesuai.

12. Pengemasan karton

Proses pengemasan ini dilakukan oleh mesin *packer* yang di-support dengan dua mesin *cartoner*, mesin ini berfungsi untuk mengepak produk ke dalam karton. Setiap karton akan diisi produk sebanyak 24 botol. Pada proses ini dilakukan pemberian kode pada karton. Kode yang diberikan sama dengan kode yang tertera pada botol.

13. Penggudangan

Produk yang telah dikemas diletakkan di gudang. Produk jadi diinkubasi terlebih dahulu selama 7 hari untuk dilakukan pengujian oleh QA. Setelah QA memberikan informasi *tag release*, maka produk disortir terlebih dahulu dan selanjutnya produk dipindah dan disimpan di gudang *finished good*. Pendistribusian produk menggunakan sistem FIFO (*first in first out*), dimana barang yang diproduksi lebih dahulu akan dijual ke pasar dahulu dibandingkan produk yang baru selesai diproduksi.



Gambar 5. Proses Produksi Susu Cair “indomilk” Steril (SCI) Kemasan Botol
Sumber: PT. Indolacto Factory (2020)