

## **BAB II**

### **PROSES PRODUKSI**

#### **A. Bahan baku**

##### **1. Susu**

Susu adalah emulsi lemak dalam air yang mengandung gula, garam mineral, dan protein dalam bentuk suspensi koloid. Air susu mengandung unsur-unsur gizi yang sangat baik bagi pertumbuhan dan kesehatan. Komposisi unsur-unsur gizi tersebut sangat beragam tergantung pada beberapa faktor, seperti faktor keturunan, jenis hewan, makanan (meliputi jumlah dan komposisi pakan yang diberikan), iklim, waktu, lokasi, prosedur pemerahan, serta umur sapi. Komposisi utama dari susu adalah air, lemak, protein (kasein dan albumin), laktosa (gula susu) dan abu (Muharastri, 2008).

Susu termasuk bahan pangan yang bersifat perishable (mudah rusak), sehingga harus diolah menjadi berbagai macam bahan pangan olahan. Sebagian susu dikonsumsi dalam bentuk cair, yaitu diolah dengan cara pemanasan dan produknya dikenal sebagai susu pasteurisasi dan susu sterilisasi (Legowo dkk., 2009). Namun proses pengolahan tersebut harus dilakukan secara presisi guna mengurangi penurunan mutu dari susu tersebut. Dikarenakan kerusakan susu bisa saja terjadi karena pencemaran mikroorganisme atau benda asing seperti penambahan komponen lain yang berlebihan (gula, lemak nabati, pati, dan lain-lain) pada proses pengolahan (Hasanuddin *et al.*, 2011).

Susu yang umumnya dikonsumsi oleh masyarakat adalah susu sapi yang didalamnya terkandung protein 3,2%, lemak 3,6%, laktosa 4,7% dan mineral 0,7% (Tubagus dkk., 2018). Komposisi susu meliputi lemak, protein, laktosa, abu, air, dan bahan lainnya yang jumlahnya sedikit seperti sitrat, enzim-enzim, fosfolipid, vitamin A, vitamin B, dan vitamin C. Komposisi susu dipengaruhi oleh beberapa faktor luar seperti pemalsuan air atau bahan lain serta adanya pertumbuhan bakteri (Tifauzah, 2013).

Ciri khas susu yang baik dan normal adalah susu tersebut konversi warna kolostrumnya berwarna kuning dengan warna air susu yaitu putih, jadi

susu normal itu berwarna putih kekuning-kuningan. Kriteria lainnya adalah jika berwarna biru maka susu telah tercampur air, jika berwarna kuning maka susu mengandung karoten, dan jika berwarna merah maka susu tercampur dengan darah (Yusuf , 2010).

Pencemaran mikroorganisme pada susu berasal dari proses pemerahan susu yang kurang bersih, kontak dengan udara (debu), tangan pemerah yang kotor, proses pendistribusian yang kurang bersih, peralatan pemerahan yang tidak dijaga higienitasnya, dan dari ambing sapi yang terinfeksi (Syarif *et al.*, 2011). Debu dapat mencemari susu apabila tempat buangan dan pengeringan kotoran sapi berdekatan dengan kandang ketika dilakukan pemerahan, sehingga mikroorganisme dapat masuk melalui debu kotoran yang dibawa oleh angin (Bimantoro, 2014). Beberapa tindakan sanitasi untuk mengurangi jumlah kontaminasi bakteri ke dalam susu dengan selalu membersihkan peralatan yang telah digunakan dengan cara menggunakan desinfektan. Hal lain misalnya dengan menjemur langsung di bawah sinar matahari atau menggunakan air mendidih (Wijiastutik, 2012).

## **2. Komposisi Susu**

Susu mengandung protein bermutu tinggi dengan kadar lemak 3,0 hingga 3,8%. Susu ini merupakan sumber kalsium dan fosfat yang baik, tinggi kandungan vitamin A, thiamin, niacin, dan riboflavin, tetapi rendah mineral, terutama zat besi. Susu memiliki kadar air sebanyak 87,5%. Kandungan gulanya pun cukup tinggi, yakni sebesar 5% tetapi rasanya tidak manis karena gula yang terkandung dalam susu yaitu laktosa yang tingkat kemanisannya lebih rendah dari gula pasir atau sukrosa (Ide, 2008).

Nilai pH susu segar berada di kisaran antara 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 penyakit mastitis pada sapi, karena penyakit ini dapat menyebabkan perubahan keseimbangan mineral dalam susu. Sementara kerapatan susu bervariasi antara 1,0260 dan 1,0320 pada suhu 20°C, yang biasanya angka ini disebut sebagai "26" dan "32". Keragaman ini disebabkan karena perbedaan kandungan lemak dan zat-zat padat bukan lemak (Amalia, 2012).

Menurut Anjarsari (2010), faktor-faktor yang mempengaruhi komposisi dari susu antara lain :

a. Jenis Ternak

Setiap jenis ternak akan menghasilkan komposisi susu yang berbeda-beda. Kadar lemak yang tinggi biasanya diikuti dengan kenaikan kadar protein, mineral, dan laktosa yang relatif konstan.

b. Waktu Laktasi

Tahap laktasi dimulai saat sapi lahir hingga mulai memproduksi susu. Air susu yang dihasilkan pada 4-5 hari pertama waktu laktasi masih berupa colostrum, yang tidak boleh dikonsumsi oleh manusia. Mulai hari kelima dan seterusnya, kadar lemak akan meningkat, demikian juga kadar proteinnya. Sedangkan kadar laktosanya makin lama makin berkurang.

c. Waktu Pemerahan

Unsur laktosa dan protein dalam susu relatif konstan dan menunjukkan keragaman yang kecil apabila dilakukan pada siang hari. Tetapi, kandungan lemak pada susu mungkin akan berbeda jika pemerahan dilakukan pada pagi hari dan kemudian sore hari. Susu yang diperah pada pagi hari mengandung lemak lebih banyak 0,5 sampai 2% daripada susu yang diperah pada sore hari. Semakin teratur jarak antara pemerahan, maka semakin teratur pula kandungan lemak pada susu tersebut. Sementara itu, waktu interval pemerahan pada malam hari biasanya lebih panjang dibandingkan siang hari, sehingga air susu yang dihasilkan pada pagi hari kadar lemaknya lebih kecil dibandingkan dengan malam hari.

d. Urutan Pemerahan

Urutan pemerahan air susu akan menghasilkan kandungan lemak yang berbeda. Pada saat pertama pemerahan, selalu diperoleh kandungan lemak susu paling sedikit, yakni sekitar 1% dan pada saat akhir pemerahan diperoleh kandungan lemak yang paling banyak (>7%). Pemerahan yang tidak sempurna juga akan menyebabkan penurunan kadar lemak dari pemerahan berikutnya.

e. Pergantian Musim

Perbedaan musim juga akan menyebabkan keberagaman komposisi susu, terutama kadar lemak dan proteinnya. Pada musim dingin, kandungan lemaknya lebih tinggi dibandingkan dengan musim-musim lain. Suhu

lingkungan yang menjadi penyebab pengaruh perbedaan komposisi lemak pada susu. Sementara pada daerah beriklim sedang yang mempunyai dua musim, kandungan lemak susu akan menurun ketika udara panas dan akan meningkat ketika udara menjadi lebih dingin.

Secara kimiawi, susu normal mempunyai komposisi air 87,20%, lemak 3,70%, protein 3,50%, laktosa 4,90%, dan mineral 0,07% (Sanam *et al.*, 2014). Untuk lebih lengkapnya tentang kandungan gizi pada susu sapi segar, dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kandungan Gizi Susu Sapi per 100 ml

No.	Kandungan Zat Gizi	Kadar
1.	Air (g)	87.20
2.	Karbohidrat (g)	4.70
3.	Energi (kkal)	66.00
4.	Protein (g)	3.30
5.	Lemak (g)	3.70
6.	Kalsium (mg)	117.00
7.	Fosfor (mg)	151.00
8.	Zat Besi (mg)	0.05
9.	Vitamin A (SI)	138.00
10.	Thiamin (mg)	0.03
11.	Riboflavin (mg)	0.17
12.	Niacin (mg)	0.08
13.	Vitamin B12 (mg)	0.36

Sumber : (Rukmana, 2015)

Adapun komposisi kimia dari susu adalah sebagai berikut :

#### a. Lemak Susu

Air susu merupakan suspensi alam antara air dan bahan terlarut didalamnya, salah satunya adalah lemak. Kadar lemak didalam air susu berkisar 3,45%. Lemak susu utamanya terdiri atas trigliserol yang terdapat dalam bentuk emulsi. *Flavor* susu dan produknya utamanya ditentukan oleh lemak susu. Lemak susu mengandung beberapa komponen bioaktif yang sanggup mencegah kanker, termasuk asam linoleat konjugasi, *sphingomyelin*, asam butirat, lipid eter,  $\beta$ -karoten, vitamin A, dan vitamin D. (Anjarsari, 2010).

Lemak pada susu tidak terbatas pada trigliserida saja, tetapi semua yang termasuk dalam golongan lipida. Susu mengandung tiga komponen asam lemak yang penting untuk tubuh manusia, yaitu asam linoleat terkonjugasi (ALT), asam butirat dan fosfolipid. Asam linoleat terkonjugasi dan fosfolipid dapat menghindarkan tumor, menurunkan resiko kanker, hipertensi, dan diabetes. Sementara asam butirat memiliki fungsi untuk meningkatkan daya cerna tubuh bahkan mampu mencegah bibit kanker usus besar karena dapat membantu pertumbuhan bakteri baik (bersifat prebiotik). Kedua asam lemak ini mampu mengontrol lemak dan perkembangan berat badan, karena lemak yang masuk kedalam tubuh akan tersaring oleh asam linoleat terkonjugasi (Siswono, 2005).

#### **b. Protein Susu**

Susu mengandung protein rata-rata sebesar 3,2%, yang terdiri dari kasein, albumin, globulin, immunoglobulin, laktoferin, dan lisosim. Protein yang ada di dalam susu sebagian besar adalah kasein (76%) dan whey protein yang terdiri dari laktalbumin, laktoglobulin (18%), serta sisanya 6% non protein nitrogen (NPN). Kasein merupakan komponen utama pada susu yang termasuk dalam kelompok fosfoprotein, yaitu protein yang mengikat senyawa yang mengandung asam fosfat. Kasein digunakan sebagai sumber asam amino, serta untuk memperbaiki kualitas warna dan flavor dari produk pangan. Secara komersial, kasein dapat diproduksi melalui proses pengendapan menggunakan perlakuan asam dan perlakuan rennet. Endapan (kasein *curd*) yang dihasilkan akan diproses lebih lanjut (*drain, wash, press, mill, dry*), sehingga akan diperoleh kasein-asam dan kasein rennet. Sementara *whey* merupakan protein yang terkandung dalam cairan sisa pengendapan susu (produksi kasein). Protein *whey* terdiri dari  $\beta$ -laktoglobulin ( $\beta$ -Lg),  $\alpha$ -laktalbumin ( $\alpha$ -La), laktoferin (Lf), serum albumin (SA), dan immunoglobulin (Ig). *Whey* digunakan sebagai sumber asam amino dan peptida bioaktif dan sebagai antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba, serta menstimulasi sistem imun dalam tubuh, diantaranya laktoferin, lisozim, dan immunoglobulin (Agustiyanti, 2016).

### c. Karbohidrat (Laktosa)

Karbohidrat utama yang terdapat di dalam susu adalah laktosa. Laktosa merupakan komponen susu yang memberi rasa manis. Laktosa susu tersusun atas satu molekul glukosa dan satu molekul galaktosa. Kandungan laktosa susu hampir setengah dari kandungan bahan kering susu, yang berkisar antara 5-8% dan ditemukan dalam keadaan larut. Laktosa memiliki daya kemanisan sangat rendah, yaitu hanya 16 % dari daya kemanisan sukrosa. Laktosa akan dirombak oleh bakteri asam laktat homofermentatif, seperti *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* untuk menghasilkan asam laktat selama inkubasi. Energi yang berlebih di dalam tubuh akan disimpan dalam bentuk glukosa, kemudian disimpan di dalam hati sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembentukan laktosa susu (Suhendra *et al.*, 2015).

### d. Mineral (abu)

Susu mengandung berbagai macam unsur mineral, seperti potassium, kalsium, klorin, fosfor, sodium, magnesium dan sulfur. Unsur-unsur mineral yang utama pada susu antara lain adalah zat besi, tembaga, aluminium boron, seng, mangan dan silikon. Kandungan mineral dari susu bersifat agak konsisten dan tidak dipengaruhi oleh pakan ternak. Selain itu, terdapat beberapa unsur mineral utama pada susu segar yang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

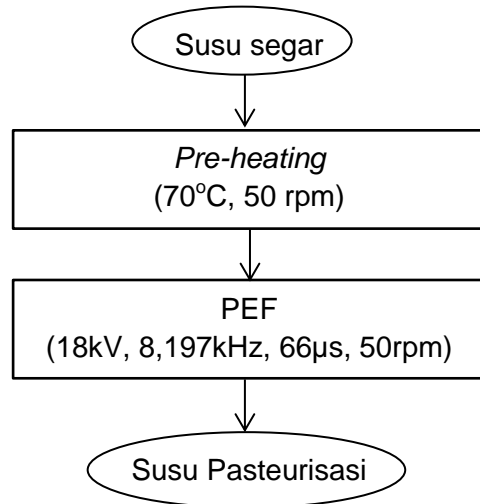
Tabel 2. Kandungan Mineral Rata-rata dalam Susu dan Abu

Unsur	Dalam susu (%)	Dalam abu (%)
Potasium	0.140	20.0
Kalsium	0.125	17.4
Khlorine	0.103	14.5
Fosfor	0.096	13.3
Sodium	0.056	7.8
Magnesium	0.012	1.4
Sulfur	0.025	3.6

Sumber : Anjarsari (2010)

## B. Proses Pasteurisasi PEF (*Pulsed Electric Field*)

Tahapan proses pasteurisasi susu dengan metode PEF menurut Priyanto (2021) dapat dilihat pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Diagram Alir Proses Pengolahan Susu Pasteurisasi PEF (Priyanto, 2021)

Prosedur pembuatan susu pasteurisasi PEF pada penelitian Priyanto, *et al.*, (2021) adalah susu sapi segar akan diuji titik didih, uji alkohol, uji berat jenis, uji peroksidase, uji reduktase, uji pH dan uji TPC. Selanjutnya, susu sapi segar (2,5 L) dimasukkan ke dalam bejana pasteurisasi yang dilengkapi dengan pengaduk 50 rpm dan mulai dipanaskan hingga suhu aktualnya mencapai 70°C. Setelah itu, susu diberi perlakuan *pre-heating* dan kejutan listrik (PEF). Waktu *pre-heating* dihitung sejak suhu susu mencapai 70°C hingga tepat sebelum perlakuan PEF diberikan. Kondisi operasi kejutan listrik adalah sebagai berikut: tegangan 18 kV/cm, frekuensi 8,197 kHz, dan lebar denyutan 66 µs. Susu yang telah dipasteurisasi kemudian dianalisis kadar TPC, viskositas, stabilitas emulsi, dan tingkat kecerahan.

Proses pasteurisasi mengakibatkan kehilangan bau dan cita rasa akibat penguapan serta sedikitnya perubahan kandungan nutrisi. Vitamin yang tidak tahan panas, seperti vitamin C mengalami sedikit penurunan jumlah (Estiasih, 2009). Pada saat pasteurisasi, bukan hanya bakteri patogen yang mati, tetapi beberapa jenis enzim juga dimatikan. Sehingga, untuk mendeteksi apakah proses pasteurisasi yang dilakukan sudah cukup, perlu dilakukan uji fosfatase. Bila hasil dari uji fosfatase negatif, proses pasteurisasi dapat dikatakan cukup (Koswara, 2009).

Pulsed Electric Field (PEF) adalah salah satu metode pengawetan pangan berbasis *non-thermal* dengan menggunakan kejut listrik intensitas tinggi. Aplikasi teknologi PEF dapat meningkatkan kualitas pangan dan mengurangi mikroorganisme, sehingga dapat memperpanjang umur simpannya (Manurung, 2021). Teknologi PEF melibatkan penggunaan medan listrik pulsa berdurasi pendek (beberapa nanodetik hingga milidetik), dengan kuat medan listrik 0,1–80 kV/cm, yang kemudian diterapkan pada makanan yang ditempatkan di antara atau melewati dua elektroda (Barba *et al.*, 2018). Teknologi PEF ini bisa digunakan untuk pasteurisasi industri dan potensi sterilisasi untuk makanan cair, seperti susu, produk susu, telur cair, jus buah, anggur, bir, dan minuman beralkohol lainnya (Milani *et al.*, 2015).

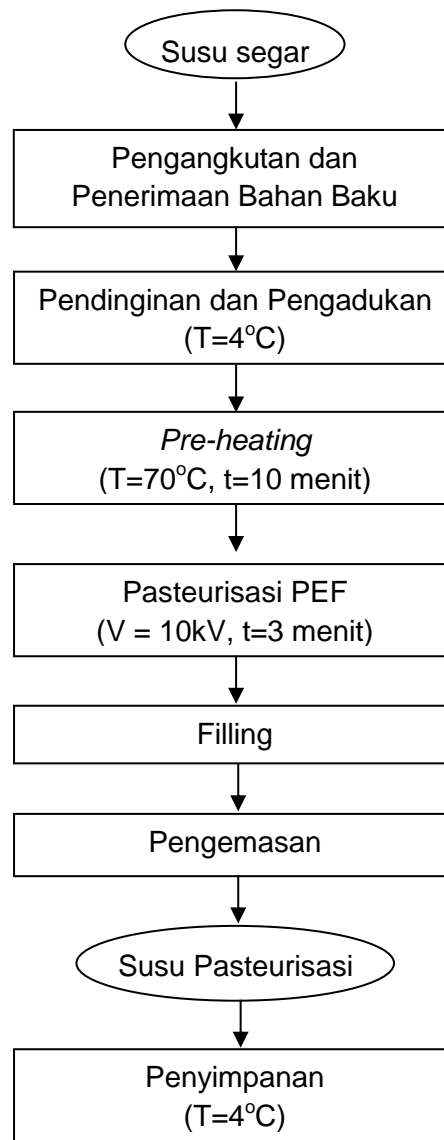
Pengaplikasian PEF ke susu dapat meminimalisir kerusakan termal dan fungsionalitas protein, warna dan sifat nutrisi (Bermudez-Aguirre *et al.*, 2011). Misalnya, perlakuan PEF pada susu skim yang dilarutkan dengan (35 kV/cm, 19,2  $\mu$ s, 70°C) tidak mempengaruhi sifat fisiko-kimia susu kasein atau protein whey (Liu *et al.*, 2015). Disisi lain kondisi perlakuan PEF dengan (30 kV/cm, 240  $\mu$ s, 50 °C) cocok untuk pengurangan mikroorganisme patogen sebesar 5 log<sub>10</sub> (Yu *et al.*, 2012). Penggunaan PEF pada 25–40 kV/cm telah dilaporkan dapat mengurangi 3–6 log bakteri patogen dan pembusuk, serta dapat memperpanjang umur simpan selama 5-8 minggu di bawah penyimpanan pendingin (Zhao *et al.*, 2012).

Penggunaan kombinasi *pre-heating* dan PEF dapat meningkatkan letalitas dalam menginaktivasi mikroorganisme, serta memperbaiki karakteristik fisikokimia susu pasteurisasi yang dihasilkan. Susu yang dipasteurisasi menggunakan PEF (tegangan 15,9-26,2 kV/cm) dengan perlakuan *pre-heating* (55°C, 24 detik) menurunkan jumlah cemaran mikroba dari 3,43 log CFU/ml menjadi 2,82-2,12 CFU/ml (Sharma, *et al.*, 2014).

### **C. Proses Pasteurisasi CV. Milknesia Nusantara**

Tahapan proses produksi susu pasteurisasi di CV. Milknesia Nusantara dapat dilihat pada **Gambar 6**.





**Gambar 6.** Diagram Alir Proses Produksi Susu Pasteurisasi PEF  
Sumber : CV. Milknesia Nusantara (2022)

a. Pengangkutan dan Penerimaan Bahan Baku

Susu sapi segar diangkut dari peternakan yang berada di Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo dan disimpan dalam *milkcan* dengan suhu ( $<20^{\circ}\text{C}$ ) atau dengan tangki pendingin bersuhu ( $5-8^{\circ}\text{C}$ ). Kendaraan yang digunakan adalah motor dengan tangki *stainless (milkcan)* atau dengan truk tangki susu. Pemerahan bahan baku dilakukan pada pagi hari pukul 06.30 dan sore hari pada pukul 16.00. Bahan baku yang sudah datang, akan diuji terlebih dahulu menggunakan alat *Minilab Raw Material*. Pengujian bahan

baku bertujuan untuk mengetahui kualitas susu segar yang diterima oleh perusahaan. Sampel susu diuji antara lain uji pH, suhu, dan densitas.

b. Pendinginan dan Pengadukan

Susu segar yang lolos pengujian, akan dilakukan pendinginan dan pengadukan dalam mesin *cooling tank*. Tujuan dari pendinginan sendiri adalah untuk meminimalisir terjadinya kerusakan pada bahan baku susu segar, sementara pengadukan bertujuan untuk menghomogenkan partikel lemak dan menstabilkan susu. Suhu pendinginan untuk susu sendiri adalah 4°C dengan kecepatan pengadukan dengan agitator sebesar 25 rpm. Mesin *cooling tank* memiliki minimal kapasitas sebesar 50 liter dan kapasitas maksimalnya sebesar 500 liter. Caranya adalah susu yang ada dalam *milkcan* dimasukkan ke dalam mesin *cooling tank* dengan memantau volume pengisian menggunakan sensor ultrasonik.

c. Proses Pasteurisasi

Setelah didinginkan, susu segar tadi akan dialirkan ke dalam mesin PEF secara bertahap melalui sambungan pipa. Proses pasteurisasi diawali proses *pre-heating* dengan mengatur suhu pemanasan pada control panel hingga 70°C sehingga kompor pemanas akan otomatis menyala. Selanjutnya akan dilakukan pemanasan selama 10 menit ketika suhu pada indikator telah mencapai 70°C. Kecepatan pengadukan dengan agitator sebesar 25 rpm dengan tegangan output 10 kV. Setelah itu, susu akan dipompa untuk dialirkan melewati pipa PEF dan dikejut listrik menggunakan tegangan 10kV selama 3 menit/10 liter susu. Penggunaan kombinasi metode *thermal* dan *non-thermal* ini bertujuan untuk membunuh mikroba secara optimal dan meminimalisir kerusakan nutrisi yang dapat terjadi dibandingkan dengan hanya dilakukan pasteurisasi konvensional saja.

d. Proses *filling* dan pengemasan

Setelah dilakukan proses pengolahan, susu akan dikeluarkan melalui mesin *liquid filling*. Volume yang akan diisi telah diatur dan disesuaikan sebelum proses *filling* sehingga volume susu yang dikemas akan presisi besarnya. Sebelum susu dikemas, sampel susu yang telah dipasteurisasi akan diambil sampel sebanyak 200 ml yang ditaruh pada gelas beaker 300 ml untuk diuji organoleptiknya oleh departemen *quality control* (QC). Sembari menunggu hasil oleh petugas QC, semua kemasan akan dilakukan sterilisasi

terlebih dahulu menggunakan mesin lemari sterilisasi uv kemasan dengan waktu 5 menit yang menggunakan sinar UV-C. Selanjutnya akan dilakukan proses pengemasan dengan ukuran 250 ml, 500 ml, dan 1000 ml.

Proses pengemasan bertujuan untuk memberikan perlindungan pada produk agar terjaga kebersihannya dari kotoran dan kontaminasi lainnya. Pengemasan juga dapat memudahkan dalam hal penyimpanan dan pengangkutan produk. Untuk kemasan botol, susu akan dikeluarkan dari mesin *liquid filling* untuk dilakukan pengisian. Setelah terisi, kemasan ditutup dengan penutup botol.

e. Penyimpanan

Setelah proses pengemasan selesai, produk yang dihasilkan dilakukan penyimpanan di lemari pendingin bersuhu 4°C. Sistem penyimpanan produk disini menggunakan sistem FEFO (*First Expired First Out*), yang artinya produk yang mendekati masa expired-nya adalah produk yang akan didistribusikan terlebih dahulu.

f. Pendistribusian

Produk susu yang dipesan akan didistribusikan ke konsumen menggunakan *cooler box styrofoam* dengan suhu <10°C atau dengan *cool box chiller* pada motor dengan suhu yang sama. Selama proses pendistribusian ini diharapkan tidak terjadi kerusakan pada produk selama pendistribusian ke konsumen serta dapat menjaga kualitas susu selama proses distribusi.