

BAB II

PROSES PRODUKSI

A. Tinjauan Pustaka

1. Susu Segar

Susu adalah sekresi ambing hewan yang diproduksi dengan tujuan penyediaan makanan bagi anaknya yang baru dilahirkan, karena berfungsi sebagai makanan tunggal bagi makhluk yang baru dilahirkan dan mulai tumbuh, susu mempunyai nilai gizi yang sempurna. Susu yang umum dikonsumsi oleh masyarakat adalah susu sapi yang mengandung protein 3,2%, lemak 3,6%, laktosa 4,7% dan mineral 0,7% (Tubagus dkk., 2018). Susu sebagai sumber kalsium yang baik dan mengandung laktosa dapat membantu penyerapan susu di dalam saluran pencernaan. Susu mengandung beberapa kelompok nutrisi meliputi protein, kalsium, fosfor, vitamin A, dan vitamin B1. Kandungan gizi lengkap berkontribusi signifikan bagi kebutuhan pertumbuhan gizi. Kandungan protein tinggi pada susu dapat memenuhi kebutuhan manusia (Purwatiningrum dkk., 2015).

Kelompok nutrisi pada susu meliputi protein, kalsium, fosfor, vitamin A, dan vitamin B1. Kandungan gizi lengkap berkontribusi signifikan bagi kebutuhan pertumbuhan gizi. Kandungan protein tinggi pada susu dapat memenuhi kebutuhan manusia (Purwatiningrum dkk., 2015). Mineral yang banyak terdapat dalam susu adalah kalsium dan fosfor. Kedua mineral tersebut penting bagi pertumbuhan tulang. Tiga Mineral lain seperti klorida, kalsium, magnesium dan natrium terlarut dalam air, sedangkan sebagian kalsium posfat dan protein tidak berada dalam larutan murni, tetapi dalam bentuk dispersi koloid (kalsium fosfat kaseinat) yang menyebabkan susu terkesan berwarna putih opaque. Vitamin yang tinggi terdapat dalam susu adalah niasin dan riboflavin, karena tingginya kandungan riboflavin, susu tampak berwarna kehijau-hijauan. Jika terkena sinar matahari langsung, riboflavin dalam susu cepat rusak. kriteria uji dan syarat mutu susu yang baik dalam susu dapat diketahui pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Standar Kualitas Mutu Pada Susu Segar

| No. | Kriteria Uji | Satuan | Syarat |
|-----|---|--------|---------------------|
| 1. | Berat jenis (pada suhu 27,5°C) minimum | g/ml | 1,0270 |
| 2. | Kadar lemak minimum | % | 3,0 |
| 3. | Kadar bahan kering tanpa lemak minimum | % | 7,8 |
| 4. | Kadar protein minimum | % | 2,8 |
| 5. | Warna, bau, rasa, kekentalan | - | Tidak ada perubahan |
| 6. | Derajat asam | °SH | 6,0 – 7,5 |
| 7. | Ph | - | 6,3 – 6,8 |
| 8. | Uji alkohol (70 %) v/v | - | Negatif |
| 9. | Cemaran mikroba, maksimum : | | |
| | <i>Total Plate Count</i> | CFU/ml | 1x10 ⁶ |
| | <i>Staphylococcus aureus</i> | CFU/ml | 1x10 ² |
| | <i>Enterobactenacea</i> | CFU/ml | 1x10 ³ |
| 10. | Jumlah sel somastis maksimum | Sel/ml | 4x10 ⁵ |
| 11. | Residu antibiotika (Golongan penisilin, Tetrasiklin, Aminoglikosida, Makrolida) | - | Negatif |
| 12. | Uji pemalsuan | - | Negatif |
| 13. | Titik beku | °C | -0,520 s.d -0,560 |
| 14. | Uji peroksidase | | Positif |
| 15. | Cemaran logam berat, maksimum | | |
| | Timbal (Pb) | µg/ml | 0,02 |
| | Merkuri (Hg) | µg/ml | 0,03 |
| | | µg/ml | 0,1 |

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2011)

Susu terdapat semua zat gizi yang diperlukan bagi kebutuhan pertumbuhan anak. Secara alami susu merupakan suatu emulsi lemak dalam air. Kadar air susu sangat tinggi yaitu rata-rata 87.5 %, dan teremulsi di dalamnya berbagai zat gizi penting seperti protein, lemak, gula, vitamin dan mineral. Susu segar bergizi tinggi karena mengandung zat-zat makanan yang lengkap dan seimbang seperti protein, lemak, karbohidrat, mineral, dan vitamin yang sangat dibutuhkan oleh manusia (Arippin, 2013).

2. Komposisi Susu Segar

Komposisi 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. Namun susu ini miskin mineral, terutama zat besi. Susu memiliki kadar air sebanyak 87,5%. Kandungan gulanya pun cukup tinggi, 5% tapi rasanya tidak manis karena gula susu yaitu laktosa yang daya kemanisannya lebih rendah dari gula pasir atau sukrosa (Ide, 2008). Komponen susu bervariasi tergantung dari berbagai faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi bangsa sapi, jumlah maupun komposisi makanan yang diberikan, waktu laktasi dan umur sapi. Faktor eksternal yang mempengaruhi komposisi susu meliputi pemalsuan susu dengan air atau bahan lain, kegiatan bakteri atau kurang meratanya dalam pengadukan.

pH dan keasaman susu segar dapat berhubungan dengan berbagai senyawa yang bersifat asam seperti : Phospat kompleks, protein (kasein dan albumin), asam sitrat dalam jumlah kecil CO_2 yang larut dalam susu. Pakan yang diberikan pada sapi tidak mempengaruhi keasaman susu yang dihasilkan (Mukhtar, 2006).

Adapun komposisi kimia dari susu adalah sebagai berikut :

a. Lemak Susu

Lemak lemak susu terutama terdiri atas triglisiserol yang terdapat dalam bentuk emulsi di mana butiran halus lemak diselubungi oleh membrane yang terdiri atas protein, fosfolipid dan kolesterol yang mencegah butiran tersebut menyatu. Butiran lemak tersebut mengandung sedikit ester kolesterol, vitamin larut lemak terutama vitamin A, D dan Beta-karoten. Asam lemak susu mengandung relative tinggi asam lemak jenuh rantai pendek dan sedang serta asam lemak jenuh rantai panjang tunggal. Kandungan asam lemak tidak jenuh ganda sangat kecil. Lemak dalam bentuk emulsi mempunyai permukaan yang lebih luas sehingga lebih mudah dicernakan (Almatsier, 2010)

b. Protein Susu

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). Kadar protein susu dapat ditentukan dengan melakukan titrasi formol dimana formaldehid dengan asam amino membentuk

asam amino dimetilol, reaksi ini reversible (bolak-balik). Oleh karena itu, formaldehid dalam jumlah cukup diperlukan untuk mengubah keseluruhan asam amino menjadi derivat (turunan) dari dimetilol dan untuk mendapatkan ketelitian dalam titrasi (Susilorini et al., 2006).

c. Karbohidrat (Laktosa)

Laktosa adalah salah satu komponen susu yang akan terfermentasi oleh BAL pada proses pembuatan yoghurt. Laktosa yang terdapat didalam susu terbentuk dari komponen gula berupa glukosa dan galaktosa. Sifat susu yang agak manis dikarenakan oleh laktosa. Kadar laktosa didalam susu dapat dengan mudah dirusak atau dirombak oleh beberapa jenis mikroba pembentuk asam laktat. Dengan semakin bertambahnya umur "starter" BAL, maka semakin menurunnya kemampuan tersebut bisa dibuktikan dengan semakin meningkatnya kadar laktosa susu (Miwada et al., 2006).

d. Mineral (abu)

Susu mengandung berbagai macam unsur potassium, kalsium, klorin, fosforus, 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. Berikut ini adalah tabel komposisi rata - rata dan kisaran dari susu sapi.

Tabel 2.2 Komposisi Rata-rata Dan Kisaran Normal Susu Sapi

| Komposisi | Rata-rata | Kisaran normal (%) |
|-----------|-----------|--------------------|
| Air | 87,25 | 89,5-84,0 |
| Lemak | 3,80 | 2,6-6,0 |
| Protein | 3,50 | 2,8-4,0 |
| Laktosa | 4,80 | 4,5-5,2 |
| Mineral | 0,65 | 0,6-0,8 |

Sumber : Muchtadi (1992)

Mikroorganisme yang berkembang didalam susu selain menyebabkan susu menjadi rusak juga membahayakan kesehatan masyarakat sebagai konsumen akhir. Disamping itu penanganan susu yang benar juga dapat menyebabkan daya simpan susu menjadi singkat, harga jual murah yang pada akhirnya juga akan mempengaruhi pendapatan peternak sebagai produsen susu (Saleh, 2004).

3. Proses Pengolahan Susu

Proses pengolahan susu memiliki banyak jenis. Pengolahan susu berdasarkan proses pemanasan dibagi menjadi :

a. Susu pasteurisasi

Proses pasteurisasi merupakan proses keharusan untuk air susu yang langsung didistribusikan kepada konsumen. Proses pasteurisasi dilakukan dengan memanaskan susu pada suhu 62,0 C selama 30 menit atau suhu 72,0 C selama 15 detik. Susu pasteurisasi bukan merupakan susu awet. Penyimpanan susu pasteurisasi dilanjutkan dengan metode pendinginan. Metode pendinginan pada almari es (refrigertaor) pada suhu maksimal 10,0 C yang mampu memperpanjang daya simpan susu pasteurisasi. Mikroba pembusuk tidak dapat tumbuh dan berkembang pada suhu 3-10,0 C (Setya, 2012).

Pasteurisasi berfungsi untuk mematikan mikroorganisme patogen vegetatif, mengurangi kerusakan pangan oleh mikroorganisme lebih lanjut serta inaktivasi enzim spesifik yang ada dalam susu segar sehingga susu bisa lebih awet dan aman dikonsumsi. Namun menurut penelitian Abubakar et al., (2001) mengenai perbandingan teknik pasteurisasi menggunakan LTLT (low temperature long time) dengan HTST (hot temperature short time) didapatkan bahwa penggunaan teknik pasteurisasi HTST yakni dengan suhu 71,7°C selama 15 menit memiliki kandungan nutrisi yang lebih rendah dibandingkan menggunakan teknik pasteurisasi LTLT (suhu 62,8°C selama 30 menit). Pasteurisasi adalah proses pemanasan tiap partikel dalam susu atau produk susu pada suhu tertentu selama jangka waktu tertentu tanpa adanya rekontaminasi mikrobia selama proses pemanasan. Pasteurisasi adalah salah satu bentuk perlakuan panas terhadap susu cair. Umumnya ada 2 suhu yang dapat digunakan pada proses pasteurisasi susu yaitu suhu 62,8-65,6°C minimum selama 30 menit dan suhu 71,7°C selama 15 detik.

Pasteurisasi tidak bertujuan untuk mematikan semua mikroorganisme dalam bahan, tetapi pasteurisasi bertujuan untuk menurunkan 'log' jumlah sel hidup. Pasteurisasi HTST (*High Temperature Short Time*) didesain untuk menurunkan mikrobia hidup dalam susu hingga 5-log. Proses ini dinilai cukup layak untuk mematikan organisme patogen yang tahan panas (termasuk *Mycobacterium tuberculosis* dan *Coxiella burnettii*) (Andrestian dkk, 2015).

b. Susu *Ultra High Temperature*

Proses pemanasan dalam suhu tinggi dengan waktu beberapa detik dinamakan dengan teknik UHT (*Ultra High Temperature*). Pengolahan susu ini diikuti dengan pengemasan dan sanitasi industri secara aseptik akan melindungi dari kerusakan gizi dan kontaminasi bakteri pembusuk. Susu UHT tidak banyak mengalami perubahan kandungan lemak, laktosa dan garam mineral (Andrestian dkk, 2015). Peralatan untuk proses UHT adalah mesin yang mampu memanaskan susu secara kontinyu pada suhu 135 – 140°C selama 2 – 5 detik. Pemanasan dapat dilakukan dengan kontak langsung antara media pemanas dan produk (*direct*), tetapi dapat juga dengan melalui penghantar panas (*indirect*).

Bakteri yang mengontaminasi susu, yaitu bakteri patogen dan bakteri pembusuk harus dihilangkan dengan memperbaiki proses penerimaan susu segar, penanganan, pengolahan, hingga penyimpanan. Susu yang melalui proses UHT akan memiliki masa kedaluwarsa lebih panjang dibandingkan dengan susu pasteurisasi. Susu dengan proses UHT lebih steril karena bakteri pembusuk, patogen, dan berspora akan mati sehingga susu aman dikonsumsi. Kasus keracunan setelah minum susu yang disebabkan oleh *S. aureus* terjadi karena kontaminasi selama penyimpanan maupun proses produksi (Suwito, 2010).

c. Susu Sterilisasi

Sterilisasi adalah suatu usaha untuk membebaskan bahan pangan dari semua mikroorganisme. Namun pada umumnya spora bakteri mempunyai sifat lebih tahan panas, maka sterilisasi biasanya dengan suhu dan tekanan yang tinggi yaitu pada suhu 121° C pada tekanan 15 atm lebih selama 15 detik. Sterilisasi merupakan proses untuk mematikan semua mikroorganisme yang hidup. Adanya pertumbuhan mikroorganisme menunjukkan bahwa pertumbuhan bakteri masih berlangsung dan proses sterilisasi tidak sempurna. (Suwito, 2010).

Sterilisasi dengan sistem kontinyu, cara ini digunakan pada pabrik berskala besar. Pemanasan dilakukan dengan mengalirkan susu melalui suatu rangkaian ruangan. Perbedaan dengan cara pertama adalah susu dipanaskan dalam keadaan mengalir berupa suatu lapisan tipis dan produk akan dikemas setelah didinginkan.

4. Kerusakan pada Proses Pengolahan Susu

Proses pengolahan susu cair dengan teknik sterilisasi berpengaruh terhadap mutu sensoris dan mutu gizinya terutama vitamin dan protein. Pengolahan susu cair segar menjadi produk susu siap konsumsi sangat sedikit pengaruhnya terhadap kerusakan protein. Di lain pihak kerusakan protein sebesar 30 persen terjadi pada pengolahan susu cair menjadi susu bubuk (Hadiwiyoto, 1983).

Kerusakan protein pada pengolahan susu dapat berupa terbentuknya pigmen coklat (melanoidin) akibat reaksi Mallard. Reaksi Mallard adalah reaksi pencoklatan non enzimatis yang terjadi antara gula dan protein susu akibat proses pemanasan yang berlangsung dalam waktu yang cukup lama seperti pada proses pembuatan susu bubuk. Reaksi pencoklatan tersebut menyebabkan menurunnya daya cerna protein (Legowo, 2009)

Proses pemanasan susu dengan suhu tinggi dalam waktu yang cukup lama juga dapat menyebabkan terjadinya rasemisasi asam-asam amino yaitu perubahan konfigurasi asam amino dari bentuk L ke bentuk D. Tubuh manusia umumnya hanya dapat menggunakan asam amino dalam bentuk L. Dengan demikian proses rasemisasi sangat merugikan dari sudut pandang ketersediaan biologis asam-asam amino di dalam tubuh (Hadiwiyoto, 1983).

Reaksi pencoklatan (*Maillard*) dan rasemisasi asam amino telah berdampak kepada menurunnya ketersediaan lisin pada produk-produk olahan susu. Penurunan ketersediaan lisin pada susu UHT relatif kecil yaitu hanya mencapai 0-2 persen. Pada susu bubuk penurunannya dapat mencapai 5-10 persen (Winarno, 2002).

Kerusakan pada susu disebabkan oleh terbentuknya asam laktat sebagai hasil fermentasi laktosa oleh *E.coli*. Fermentasi oleh bakteri ini akan menyebabkan aroma susu menjadi berubah dan tidak disukai oleh konsumen. Tindakan untuk meminimalisir kontaminasi oleh mikroorganisme dan menghambat pertumbuhan bakteri pada susu agar dapat disimpan lebih lama maka penanganan sesudah pemerahan hendaknya menjadi perhatian utama peternak (Saleh, 2004).

Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk mencegah kerusakan pada susu adalah dengan cara pemanasan (pasteurisasi) baik dengan suhu tinggi

maupun suhu rendah yang dapat diterapkan pada peternak. Pemanasan ini diharapkan akan dapat membunuh bakteri patogen yang membahayakan kesehatan manusia dan meminimalisasi perkembangan bakteri lain, baik selama pemanasan maupun pada saat penyimpanan (Saleh, 2004)

5. Proses Produksi Susu UHT

Pengolahan susu memiliki tiga tujuan utama, yakni membunuh bakteri patogen melalui pasteurisasi; menjaga kualitas produk tanpa kehilangan atau penurunan nyata pada flavor, bentuk, kandungan fisik dan nutrisi dan mengendalikan secara selektif pertumbuhan organisme yang menghasilkan produk/materi/substansi tidak dikehendaki, sehingga pabrik pengolahan susu menjalankan prosedur pengolahan secara efektif yang ditujukan untuk mencegah kontaminasi bakteri pada bahan baku susu; mengurangi jumlah bakteri di dalam susu; dan menjaga atau melindungi *finished product* dari potensi rekontaminasi melalui penanganan yang cermat, pengemasan yang memadai, dan penyimpanan yang sesuai (Shearer, dkk., 1992).

Proses pengolahan susu bertujuan untuk memperoleh susu yang beraneka ragam, berkualitas tinggi, berkadar gizi tinggi, tahan simpan, mempermudah pemasaran dan transportasi, sekaligus meningkatkan nilai tukar dan daya guna bahan mentahnya. Proses pengolahan susu selalu berkembang sejalan dengan berkembangnya ilmu dibidang teknologi pangan. Semakin lama akan semakin banyak jenis produk susu yang dikenal. Hal ini sangat menggembirakan dan merupakan langkah yang sangat tepat untuk mengimbangi laju permintaan pasar (Saleh, 2004).

Menurut Legowo (2005), beberapa tahap proses pengolahan susu UHT yang sering diterapkan di industri pengolahan susu meliputi penerimaan bahan baku, pencampuran (mixing), thermisasi, pasteurisasi, homogenisasi, sterilisasi, regenerasi, pengisian (filling) dan pengemasan. Berikut penjelasan dari setiap tahapan pengolahan :

a. Penerimaan Susu

Susu segar biasanya diperoleh dari pemerahan yang dilakukan selama 2 kali yaitu pada pagi dan sore hari. Susu segar yang diterima dari pemerahan sore dimasukkan ke dalam tangki 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 % (Legowo, 2005)

b. *Mixing*

Mixing merupakan tahap awal dari proses pembuatan susu UHT. Pada tahap ini dilakukan pencampuran susu dengan bahan penunjang seperti gula, bahan penstabil (*stabilizer*), bahan pemberi cita rasa (*flavor*) dan pewarna (Legowo, 2005).

c. Thermisasi

Setelah tahap *mixing*, proses pembuatan susu UHT dilanjutkan dengan tahap thermisasi atau pemanasan awal. Tahap thermisasi merupakan tahap dimana susu dipanaskan pada suhu rendah sebelum di pasteurisasi. Pada tahap ini susu mulai dipanaskan hingga suhu sekitar 65°C dalam waktu 1 menit (Legowo, 2005). Menurut Puspitarini dan Mubarakati (2019), proses termisasi dengan menggunakan suhu 62°C selama beberapa detik juga bermanfaat untuk merusak *Escherichia coli* patogen.

d. Pasteurisasi

Tahap pasteurisasi pada proses pembuatan susu UHT adalah dengan jalan memanaskan susu pada suhu sekitar 80 – 90°C selama 15 sampai 20 detik (Legowo, 2005). Tujuan dari pasteurisasi adalah untuk membebaskan susu dari mikrobia patogen sehingga susu aman untuk dikonsumsi. Pasteurisasi juga dimaksudkan untuk menurunkan jumlah total mikrobia khususnya yang merugikan sehingga dapat memperpanjang daya simpan produk susu tersebut (Widodo, 2003).

e. Homogenisasi

Setelah pasteurisasi susu selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah homogenisasi. Proses homogenisasi susu dilakukan pada tekanan sekitar 2900 psi (Legowo, 2005). Proses homogenisasi bertujuan untuk menyeragamkan besarnya globula – globula lemak susu.

f. Sterilisasi

Tujuan utama sterilisasi adalah membunuh seluruh bakteri baik patogen maupun non patogen dan menurunkan jumlah spora bakteri agar susu dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama tanpa pendinginan (Widodo, 2003).

Pada tahap ini susu homogen yang dihasilkan setelah homogenisasi kemudian diteruskan ke PHE ("Plate Heat Exchange") dan dipanaskan pada suhu 135 – 140°C selama 3 – 5 detik. Proses sterilisasi merupakan pemanasan utama (main heating) pada pembuatan susu UHT (Legowo, 2005). Sterilisasi UHT menyebabkan kehilangan sejumlah vitamin C, asam folat, vitamin B12 dan kira – kira 20% tiamin serta menyebabkan denaturasi protein – protein serum sampai 70%, terutama hemoglobin. Denaturasi protein – protein yang mudah larut menyebabkan susu berwarna lebih putih (Soeparno, 1992). Menurut Khasanah dkk. (2015), penggunaan suhu yang terlalu tinggi dalam pemanasan susu dapat berakibat berupa denaturasi protein susu.

g. Regenerasi

Setelah susu dipanaskan melalui proses sterilisasi, kemudian susu segera didinginkan melalui tahap regenerasi. Pada tahap ini suhu susu diturunkan hingga suhu 28°C (Legowo, 2005).

h. Pengisian (*aseptic filling*)

Tahap terakhir dari proses pembuatan susu UHT adalah susu steril yang dihasilkan segera dikemas melalui tahap "filling" kedalam wadah yang disediakan dan telah disterilkan (Legowo, 2005). *Aseptic filling* merupakan proses pengisian produk susu UHT ke dalam kemasan pada kondisi dingin yang sebelumnya telah melalui proses sterilisasi. Proses sterilisasi susu dilakukan melalui proses produksi susu dengan menggunakan suhu tinggi. Wadah utama yang digunakan harus melindungi produk dari kontaminasi, memantapkan kandungan air dan lemaknya, mencegah bau dan benturan, memudahkan transportasi atau pengangkutan dan lain – lain (Winarno, 1980). Menurut Aritonang (2010), saat penggunaan tangki aseptik, tekanan didalamnya dijaga pada $\pm 2,7 \text{ kg/cm}^2$, udara yang digunakan dalam meningkatkan tekanan tangki juga harus dipastikan telah steril. Tekanan ini dimaksudkan untuk menjaga kondisi steril susu dan juga memudahkan saat mengalirkan susu dari tangki aseptik menuju proses selanjutnya.

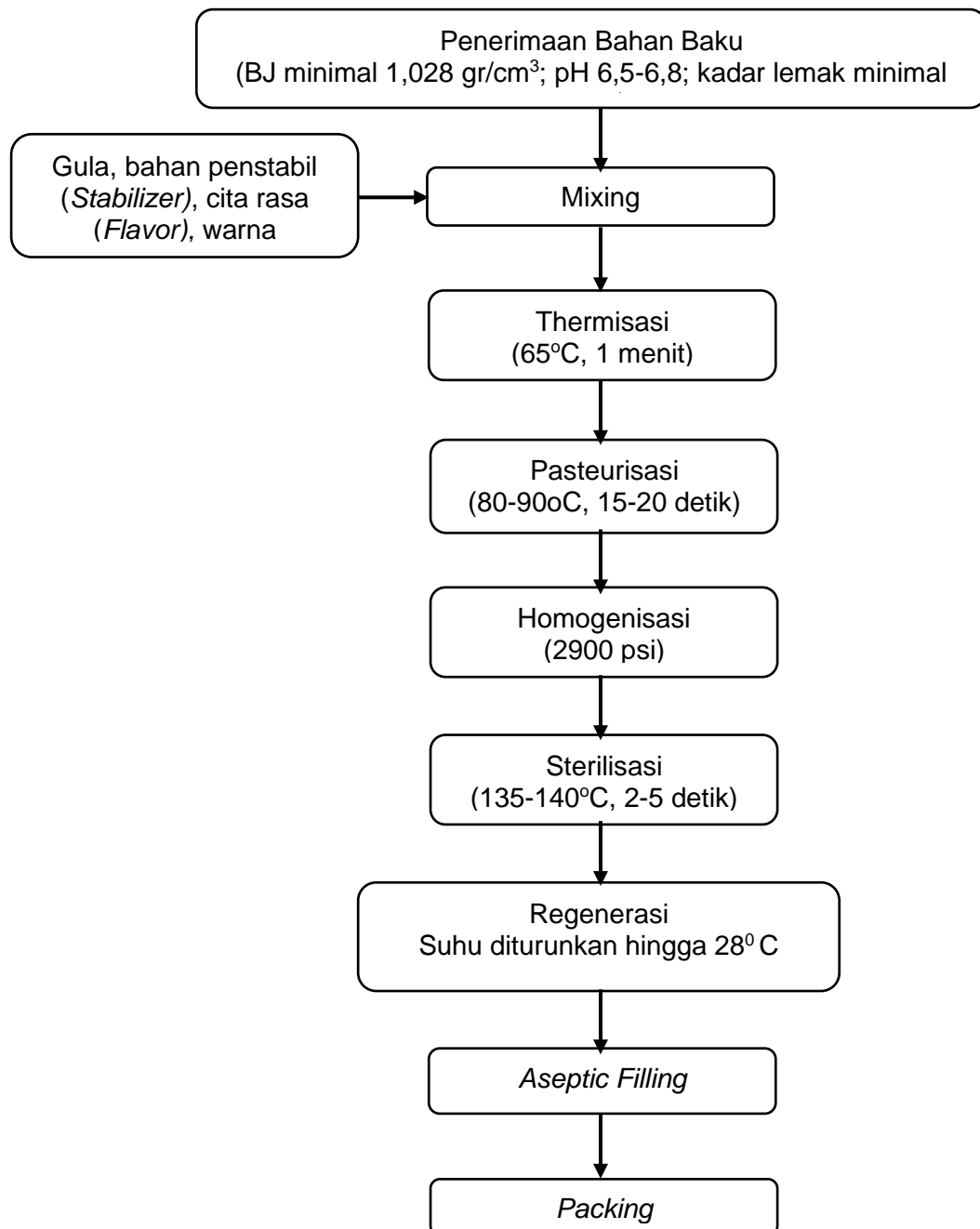
i. Pengemasan

Dari *plate cooler* susu dialirkan ke tangki penampungan akhir yang biasanya diletakkan pada tempat yang tinggi (sekitar 3 m dari lantai). Susu yang akan dikemas dialirkan melalui keran dengan bantuan gaya gravitasi. Susu pasteurisasi dapat dikemas dalam kantong plastik, polycap atau dikemas dalam tetrapack. Fardiaz (1985) menyatakan bahwa penyimpanan produk susu UHT

(*Ultra High Temperature*) baik dalam karton maupun dalam plastik harus selalu disimpan didalam lemari pendingin pada suhu dibawah 8°C tetapi diatas titik beku susu (-0,52°C). Pengemasan merupakan teknologi untuk menjamin perlindungan dan keamanan produk selama pengiriman dari produsen ke konsumen. Proses pengemasan bertujuan mencegah atau menunda kerusakan dan membatasi kontak dengan lingkungan sehingga dapat memperpanjang umur simpan produk (Harris dan Fadli, 2014). Teknik dan proses pengemasan yang tepat akan mempertahankan kualitas produk sesuai standar yang dikehendaki (Mohebbi, 2014).

Jenis dan teknologi kemasan juga bervariasi, seperti kemasan botol, kemasan vakum, dan *tetra pack*. Menurut Perween *et al.* (2014), *tetra pack* biasa digunakan pada susu karena tahan terhadap cairan, uap air dan gas. *Tetra pack* terdiri dari lilin, karton, aluminium foil, dan polietilen (Lopez *et al.*, 2015).

Menurut Budiyono (2009), kemasan yang baik harus memenuhi standar mutu yang ditetapkan. Pemantauan kualitas produk akhir setelah proses pengemasan perlu dilakukan, salah satunya dengan cara sortasi produk.



Gambar 2.1 Diagram Alir Proses Pengolahan Susu UHT (Legowo, 2009)

B. Uraian Proses Pengolahan Susu UHT PT. INDOLAKTO PURWOSARI

Sebelum melakukan proses produksi, dilakukan reservasi bahan baku pada bagian *warehouse*. Proses produksi susu UHT dimulai dari penarikan

susu segar dari *treated milk tank* menuju *mix tank*. Operator *tipping* akan melakukan penambahan *major raw material* yang dilakukan secara manual. Penambahan bahan tambahan dilakukan secara manual oleh operator bagian formula yang berada pada ruang produksi. Berikut tahapan proses produksi susu UHT:

a. Penerimaan Bahan Baku

Bahan baku yang dibutuhkan dalam proses pembuatan susu cair di PT. INDOLAKTO PURWOSARI dibagi menjadi dua berdasarkan banyaknya kebutuhan yaitu *major raw material* dan *minor raw material*. *Major raw material* adalah bahan baku yang kapasitas kebutuhannya besar saat proses produksi. *Minor raw material* merupakan bahan baku dengan jumlah kebutuhan yang sedikit saat proses produksi dan berfungsi sebagai bahan tambahan dalam pembuatan susu cair. PT. INDOLAKTO PURWOSARI juga menggunakan bahan baku penolong yang dimanfaatkan untuk menunjang proses produksi susu cair. Berikut merupakan bahan baku yang tergolong *major raw material*, *minor raw material* dan bahan baku penolong :

Major Raw Material

a) Susu Segar

Susu segar merupakan bahan baku utama dalam produksi susu cair. Di PT. INDOLAKTO PURWOSARI, susu segar diterima dari KUD-KUD binaan di Jawa Timur diantaranya berasal dari Pasuruan, Pandaan, Sidoarjo, Batu, Pujon dan Ngantang. Susu segar yang diterima harus melewati serangkaian pengujian di laboratorium pengawasan mutu. Susu segar yang memenuhi syarat selanjutnya disimpan dalam tangki penyimpanan susu segar. Susu segar disimpan dalam suhu 4°C. Penyimpanan pada suhu rendah dimaksudkan untuk mencegah pertumbuhan bakteri patogen seperti *Escherichia coli* sehingga mutu susu segar tetap dapat dipertahankan.

b) Air

Air sebagai bahan baku dalam proses produksi susu cair di PT. INDOLAKTO PURWOSARI masuk pada bahan mayor karena penggunaan air memiliki kapasitas yang besar sehingga termasuk dalam bahan baku utama pembuatan susu cair. *Water treatment* merupakan rangkaian proses yang harus dilalui sebelum air digunakan untuk bahan produksi sehingga diperoleh mutu air minum. Sumber air yang digunakan di PT. INDOLAKTO

PURWOSARI dapat berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM).

c) Gula Pasir

Gula yang digunakan dalam pembuatan susu cair adalah sukrosa. Gula memberikan rasa manis pada susu cair. Gula juga berfungsi sebagai pengawet produk susu cair.

d) *Skim Milk Powder*

Skim Milk Powder (SMP) susu skim berbentuk padatan. Susu skim dapat diperoleh dari pemisahan bagian skim dan krim dari susu segar. SMP dalam pembuatan susu cair berfungsi meningkatkan kadar padatan susu sehingga standar padatan dapat terpenuhi tanpa perlu menambahkan bahan baku utama yaitu susu segar. Hal ini dilakukan mengingat total padatan dalam susu segar yang diperoleh dari KUD bervariasi jumlahnya.

e) *Anhydrous Milk Fat*

Anhydrous Milk Fat (AMF) merupakan produk lemak susu murni yang diperoleh dari susu segar. Lemak AMF berfungsi sebagai sumber lemak dalam pembuatan susu cair sehingga standar kadar lemak pada produk susu cair dapat terpenuhi. Penambahan lemak juga bertujuan melarutkan vitamin-vitamin pada susu segar yang larut dalam lemak seperti vitamin A dan D3.

Minor Raw Material

a) Vitamin

Vitamin ditambahkan ke dalam susu cair dengan tujuan meningkatkan kandungan gizi yang terdapat dalam susu cair. Vitamin yang ditambahkan ke dalam susu cair meliputi vitamin B1 dan B6. Vitamin B1 berguna dalam merubah karbohidrat menjadi energi dalam tubuh. Vitamin B6 berfungsi sebagai penambah nutrisi.

b) Pewarna

Pewarna bertujuan memberikan warna susu sesuai dengan varian rasa dari produk susu cair. Penambahan pewarna juga bertujuan memberikan daya tarik konsumen untuk mengkonsumsi produk susu cair. Pewarna yang ditambahkan adalah *karmoisine* dan *ponceau 4R* untuk varian stroberi, sedangkan pewarna biru berlian FCF dan *tartrazin* ditambahkan untuk varian rasa melon. Pewarna yang digunakan PT. INDOLAKTO PURWOSARI aman sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 33 Tahun 2012 tentang Bahan Tambahan Pangan.

c) Perisa

Perisa digunakan untuk produk susu cair varian rasa strawberi, vanila dan melon. Penambahan perisa bertujuan memberikan *flavor* yang sesuai dengan rasa-rasa tersebut. Perisa yang digunakan PT. INDOLAKTO PURWOSARI aman sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 33 Tahun 2012 tentang Bahan Tambah Pangan.

f) *Choco Powder*

Choco powder ditambahkan pada produk susu cair dengan varian rasa coklat. *Choco powder* digunakan sebagai perisa dan pewarna coklat pada produk susu cair rasa coklat. *Choco powder* juga memberikan aroma coklat pada produk susu cair rasa coklat.

Bahan Baku Penolong

Bahan baku penolong dalam proses produksi susu cair di skala industri adalah menggunakan *stabilizer* dan *emulsifier*. Penggunaan *stabilizer* dan *emulsifier* bertujuan memperoleh emulsi susu yang stabil sehingga terjadi pembentukan keseimbangan fase antara minyak dan air. *Stabilizer* dan *emulsifier* termasuk dalam bahan penolong karena bahan tambahan tersebut membantu pembuatan susu cair menjadi lebih baik.

Bahan penolong merupakan bahan tambahan yang ditambahkan kedalam pangan dalam jumlah yang sedikit serta penggunaannya tidak bersifat pokok, artinya proses produksi dapat tetap berjalan tanpa adanya bahan tersebut namun mutu pangan tersebut dapat saja berubah (Budiyono, 2009). Peraturan Kepala BPOM RI Nomor HK.03.1.23.04.12.2206 Tahun 2012 tentang Cara Produksi Pangan yang Baik Untuk Industri Rumah Tangga menjelaskan bahwa bahan penolong merupakan bahan yang digunakan untuk membantu proses produksi dalam menghasilkan produk

b. *Mixing*

Mixing merupakan proses pencampuran antara *major raw material* dengan *minor raw material*. *Major raw material* yang digunakan terdiri dari susu segar dan *recombined milk*. *Recombined milk* sendiri merupakan gabungan antara air dengan *skim milk powder* (SMP). *Minor raw material* yang digunakan antara lain vitamin, pewarna, *stabilizer* dan emulsifier. *Major raw material* dialirkan melalui pipa menuju *mix tank* yang mana sebelumnya telah melewati proses filtrasi sedangkan *minor raw material* ditambahkan melalui mesin *tipping*.

Proses pencampuran pada *mix tank* dilakukan dengan menggunakan pengaduk didalamnya supaya bahan yang dicampurkan menjadi homogen. *Mixing tank* digunakan untuk mencampur bahan baku yang terdiri atas bahan baku yang berjumlah banyak (*major raw material*) dan bahan baku yang berjumlah sedikit (*minor raw material*). Mesin ini berjalan secara otomatis dalam mencampur *raw material*. Di dalamnya terdapat alat pengaduk yang berfungsi untuk mempercepat proses pencampuran bahan. Terdapat 5 unit *mixing tank* yang beroperasi sesuai dengan sistem produksi *batch*. Setiap tangkinya dapat menampung maksimal sebanyak 2000 L. Pencampuran bahan menggunakan *mixing tank* atau tangki pencampuran bertujuan untuk mencampurkan bahan-bahan yang memiliki perbedaan fase hingga tercampur homogen.

c. *Thermization*

Termisasi merupakan proses pemanasan awal susu yang dilakukan pada suhu yang tidak terlalu tinggi sebelum dilakukan proses sterilisasi. Tujuan dari proses ini adalah untuk mempercepat proses pemanasan selanjutnya. Suhu yang digunakan untuk proses termisasi sebesar 55-65°C. Susu yang telah dipanaskan kemudian didinginkan sampai pada suhu $\leq 4^{\circ}\text{C}$ untuk menjaga mutu susu.

d. Homogenisasi

Proses ini dilakukan untuk menghomogenisasi lemak dengan air supaya dapat menyatu secara sempurna. Proses homogenisasi dilakukan dengan mengalirkan susu pada celah kecil yang diberi tekanan tinggi. Penggunaan tekanan tinggi bertujuan untuk mempercepat dan memudahkan proses homogenisasi. Proses homogenisasi komposisi pada susu *ultra high temperature* (UHT) dilakukan dengan menggunakan mesin *homogenizer*. Mesin ini bekerja secara otomatis memakai pengaduk dengan lubang-lubang kecil yang akan digunakan saat proses homogenisasi. Bahan yang akan dihomogenkan pada proses pengadukan akan melewati lubang tersebut sehingga ukurannya akan mengecil. Akibatnya akan meningkatkan tampilan, penyebaran dan kehalusan bahan. PT INDOLAKTO PURWOSARI memiliki satu set unit mesin *homogenizer* tipe otomatis. Pada industri PT. INDOLAKTO PURWOSARI, proses homogenisasi merupakan proses penanganan susu secara mekanis untuk memecah globula lemak dalam susu. Susu merupakan emulsi minyak dalam air, sehingga ketika susu segar dibiarkan selama

beberapa saat maka lemak susu akan dan membentuk lapisan krim pada permukaan susu. Atas hal tersebutlah maka dilakukan proses homogenisasi pada susu supaya bahan dapat terhomogenisasi dengan sempurna.

e. Penyimpanan Sementara

Proses penyimpanan sementara berlangsung pada *holding tank*. Penyimpanan sementara dilakukan untuk mengambil sampel susu yang kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui komposisi susu UHT telah sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Proses pengambilan sampel dan pengujian dilakukan oleh operator *quality assurance (QA) in line*. Sampel produk setengah jadi tersebut diuji untuk mengetahui kandungannya untuk memastikan apakah kandungannya sudah sesuai dengan formulasi yang telah ditetapkan. Proses ini dilakukan sebelum memasuki proses sterilisasi untuk menyamakan kecepatan aliran susu supaya proses sterilisasi dapat berjalan dengan lebih efisien.. Terdapat 10 mesin *holding tank* yang masing-masing mempunyai kapasitas sebesar 4000 L.

f. Sterilisasi

Proses sterilisasi dilakukan dengan memanaskan susu pada suhu 140-145°C untuk membunuh bakteri patogen yaitu *Eschericia coli* dan *Salmonella sp.* dan bakteri non patogen yaitu *Staphylococcus aureus*. Susu yang berada pada *holding tank* dialirkan ke dalam *balance tank* untuk menyeragamkan kecepatan aliran susu di dalam *line*. Susu yang berada di dalam *line* dipanaskan pada suhu 140-145°C selama 4 detik. Pemanasan dengan suhu tinggi dapat berpotensi merusak susu yang dapat terjadi melalui adanya proses denaturasi protein susu. Denaturasi protein susu akan menyebabkan protein susu kehilangan sifat kelarutannya dan menyebabkan penurunan sifat kelarutannya. Kerusakan tersebut dicegah dengan menggunakan teknik pemanasan secara tidak langsung yakni dengan *tubular heat exchanger (THE)*. Pemanasan dilakukan melalui pipa yang dipanaskan menggunakan air pada suhu yang telah ditentukan. Pemanasan menggunakan teknik THE dipilih karena dapat menghemat waktu yang dibutuhkan untuk proses pemanasan. Selain itu, teknik pemanasan THE dipilih karena menggunakan pemanasan tidak langsung yang sesuai dengan karakteristik susu dan tidak menyebabkan kerusakan pada susu. Teknik ini telah lama diterapkan oleh PT INDOLAKTO PURWOSARI dan belum pernah terjadi kerusakan pada produk susu. Terdapat titik kendali pada

proses ini yaitu kemampuan proses dalam membunuh bakteri yang terdapat pada susu.

g. Penyimpanan Sementara Susu Steril

Proses penyimpanan susu steril di dalam *aseptic tank* disebut sebagai proses aseptik. Suhu yang digunakan dalam *aseptic tank* sebesar 25°C supaya kualitas susu dapat terjaga dengan baik. Selain itu, pada tangki ini juga ditambahkan tekanan positif (*positive pressure*) serta katup *valve* yang dilindungi dengan segel uap supaya susu yang berada di dalamnya tetap steril. Tangki ini digunakan sebagai tempat penyimpanan susu sebelum dikemas ke dalam kemasan *tetrapack*. Setelah melewati tangki ini, susu selanjutnya akan dialirkan menuju *aseptic filling tank* untuk dilanjutkan dengan proses *filling* susu ke dalam kemasan.

h. Pengemasan Aseptik *Filling* dan *Coding*

Aseptic filling merupakan proses pengisian produk susu UHT ke dalam kemasan pada kondisi dingin yang sebelumnya telah melalui proses sterilisasi. Sterilisasi kemasan primer dilakukan dengan menggunakan cairan hidrogen peroksida (H_2O_2) yang disemprotkan pada dalam dan luar kemasan. Cairan ini berfungsi sebagai antiseptik yang digunakan untuk membunuh mikroorganisme yang terdapat pada kemasan. Larutan ini digunakan dalam konsentrasi yang rendah, umumnya pada konsentrasi 3% karena bersifat korosif dan dapat menyebabkan iritasi pada konsentrasi yang tinggi. Penggunaan cairan hidrogen peroksida dipilih karena sifatnya yang mudah menguap sehingga tidak menyebabkan kontaminasi ke dalam produk susu UHT. Suhu yang digunakan dalam proses *aseptic filling* sebesar 25°C. Proses ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kontaminasi pada saat pengisian dan pengemasan produk. Kemasan yang telah terisi susu UHT selanjutnya diberi sedotan dengan ditempel pada bagian depan kemasan.

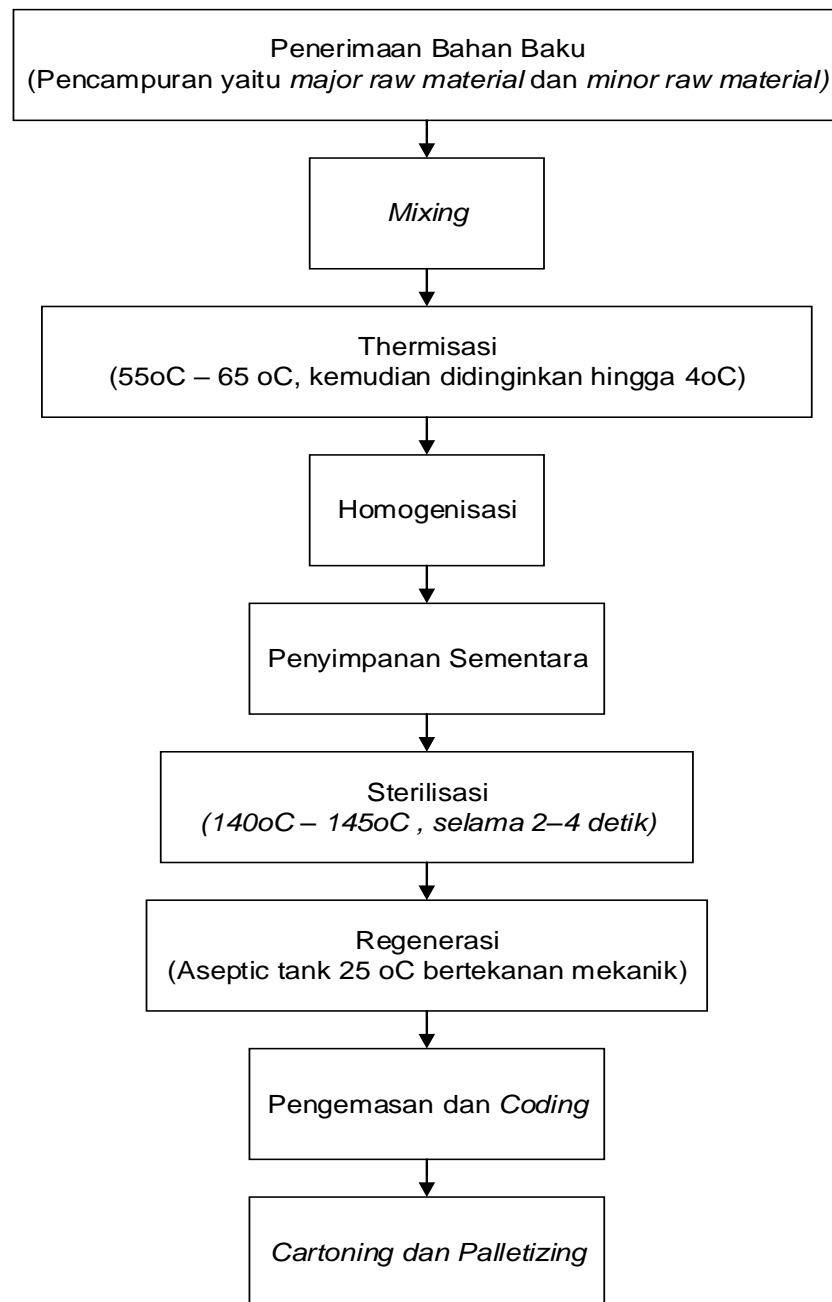
Coding merupakan proses pemberian kode pada kemasan yang terdiri dari 2 tahap yaitu *coding 1* dan *coding 2*. *Coding 1* adalah tahapan pemberian kode pada kemasan primer yang berupa *tetrapack* sedangkan *coding 2* adalah tahapan maupun kemasan sekunder berupa karton. Pemberian kode pada kemasan primer dilakukan secara langsung satu per satu produk yang telah dikemas menggunakan mesin *code image*. Kode tersebut berisi kode tempat produksi, *line* produksi yang digunakan, tanggal produksi, rasa produk, jam

produksi, tanggal kadaluarsa. Fungsi pemberian kode pada kemasan ialah untuk memudahkan dalam melakukan pelacakan apabila terdapat komplain dari konsumen terkait dengan produk susu UHT.

i. Cartoning and Paletizing

Susu UHT yang telah melalui proses *coding* akan dikemas ke dalam kemasan sekunder berupa karton. Proses *cartoning* juga menggunakan mesin otomatis dimana produk akan berjalan pada konveyor menuju mesin *packer*. Mesin *packer* akan mengambil produk dengan ketentuan yaitu untuk susu UHT 115 ml sebanyak 40 pak/karton, susu UHT 190 ml sebanyak 30 pak/karton dan susu UHT 1000 ml sebanyak 12 pak/karton.

Palletizing adalah proses dimana dilakukan peletakkan karton yang telah berisi susu UHT dan telah diberi kode di atas palet. Proses tersebut dilakukan secara otomatis dengan menggunakan robot *automated storage retrieval system* (ASRS). Robot ini akan mengambil dan menyusun karton berisi susu ke atas palet dengan rapi kemudian terdapat robot yang bergerak membawa palet tersebut menuju *warehouse finished goods*. Robot tersebut memiliki sensor yang dapat melihat bagian rak yang masih kosong untuk meletakkan palet baru.

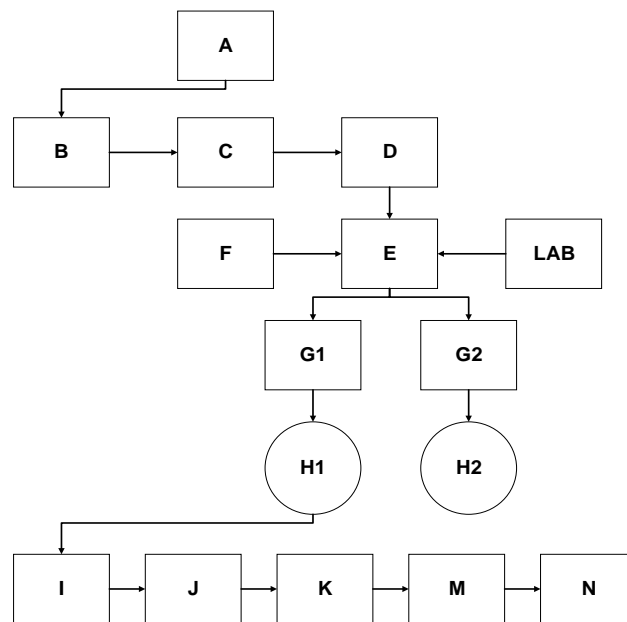


Gambar 2.2 Diagram alir Pengolahan Susu UHT di PT. INDOLAKTO PURWOSARI

C. Pola Aliran Bahan Produksi Susu UHT pada PT. INDOLAKTO PURWOSARI

Proses produksi susu *ultra high temperature* (UHT) yang ada pada PT INDOLAKTO PURWOSARI menggunakan pola aliran bahan *zig-zag*. Berdasarkan pola aliran ini bahan-bahan mengalir melalui pipa secara *zig-zag*

karena mesin yang digunakan ditata secara *zig-zag*. Bahan baku dialirkan melalui pipa yang masuk melalui ruangan yang berbeda. Bahan tambahan dimasukkan melalui tahapan *tipping* atau penuangan bahan baku yang berbentuk padat dan bubuk ke dalam mesin *tipping* yang kemudian berlanjut menuju proses *mixing* atau pencampuran dan berakhir pada proses *packing* atau pengemasan. Pola aliran bahan proses produksi susu UHT PT INDOLAKTO PURWOSARI dapat dilihat pada **Gambar. 2.3** Berdasarkan pola aliran ini bahan-bahan mengalir melalui pipa secara *zig-zag* karena mesin yang digunakan ditata secara *zig-zag*. Bahan baku dialirkan melalui pipa yang masuk melalui ruangan yang berbeda. Bahan tambahan dimasukkan melalui tahapan *tipping* atau penuangan bahan baku yang berbentuk padat dan bubuk ke dalam mesin *tipping* yang kemudian berlanjut menuju proses *mixing* atau pencampuran dan berakhir pada proses *packing* atau pengemasan.



Gambar 2.3 Pola aliran bahan susu segar

Keterangan:

A: *Fresh Milk Reception*

B: *Formulation*

C: *Vacuum Major Ingredients*

D: *Termination and Homogenizer*

E: *Holding Tank UHT*

J: *Penempelan Sedotan*

K: *Coding 1*

L: *Cartoning*

M: *Coding 2*

N: *Karantina*

F: *Holding Tank Recombined Milk* LAB: *Laboratorium QA in line*

G1: *Sterilization UHT*

G2: *Sterilization Susu Steril Botol*

H1: *Aseptic Tank UHT*

H2: *Aseptic Tank Susu Steril Botol*

I: *Filling and Sealing*

Pola aliran bahan yang berbentuk *zig-zag* atau yang disebut dengan *serpentine* tepat diterapkan pada aliran proses produksi pada PT. INDOLAKTO PURWOSARI yang panjang dengan luas area yang terbatas sehingga dibelokkan untuk memperpendek garis. Penggunaan pola aliran jenis ini dilakukan untuk mengatasi ukuran bangunan pabrik yang terbatas.