

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Susu

Susu segar menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 3141.1:2011 adalah cairan yang berasal dari ambing 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 proses pendinginan tanpa mempengaruhi kemurniannya (Badan Standarisasi Nasional, 2011)

Pada umumnya susu dapat dihasilkan oleh semua hewan menyusui. Sebagian besar manusia mengonsumsi susu setiap harinya. Susu yang banyak dikonsumsi manusia biasanya susu yang berasal dari sapi, yang biasa disebut susu sapi. Untuk susu yang berasal dari hewan ternak lainnya biasanya diikuti nama ternak asal tersebut, misalnya susu kerbau, susu domba, susu unta dan susu kambing. (Chatterjee *et al.*, 2006)

Susu merupakan sumber protein dengan mutu yang sangat tinggi, dengan kadar protein dalam susu segar 3,3% (Balai Penelitian Veteriner Bogor, 2008). Menurut Sukarini (2006) susu segar secara alamiah mengandung 87,4% air dan sisanya berupa padatan susu sebanyak 12,6%. Padatan susu terdiri dari lemak susu (3,6%) dan padatan susu tanpa lemak (9%) yang mengandung mineral (0,7%) dan laktosa (4,9%). Menurut Marwah *et al* (2010), susu segar umumnya mempunyai pH antara 6,5 – 6,7. Susu segar dengan nilai pH yang lebih besar dari 6,7 biasanya menunjukkan adanya gangguan pada puting susu. Jika pH susu dibawah 6,5 menunjukkan terjadinya kerusakan susu akibat adanya aktivitas bakteri. Standar mutu susu segar sesuai SNI 3141-01: 2011 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar mutu susu segar

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Berat jenis (27,5)	g/cm ³	Min. 1,0280
2.	Kadar lemak	%	Min. 3,0
3.	SNF	%	Min. 8,0
4.	Kadar protein	%	Min. 2,7
5.	Cemaran logam		
	- Timbal (Pb)	ppm	Maks. 0,3
	- Seng (Zn)		Maks. 0,5
	- Merkuri (Hg)		Maks. 0,5
	- Arsen (As)		Maks. 0,5
6.	Organoleptik: warna, aroma, rasa, kekentalan	-	Tidak ada perubahan
7.	Kotoran dan benda asing	-	Negatif
8.	Cemaran mikroba:		
	- Total kuman		1x10 ⁶
	- <i>Salmonella</i>		Negatif
	- <i>Escherca coli</i> (patogen)	cfu/ml	Negatif
	- Coliform		20
	- <i>Streptococcus</i> group B		Negatif
	- <i>Staphylococcus aureus</i>		100
9.	Jumlah sel radang	/ml	Maks. 4x10 ⁴
10.	Uji katalase	cc	Maks. 3
11.	Uji reduktase	jam	2 – 5
12.	Residu antibiotika, pestisida, insektisida	-	Negatif
13.	Uji alkohol (70%)	-	Negatif
14.	Ph	-	6 – 7
15.	Uji pemalsuan	-	Negatif
16.	Titik beku	°C	-0,520 s/d -0,560
17.	Uji peroksidase	-	Positif

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2011)

2. Susu Kambing

Susu kambing adalah cairan putih yang dihasilkan oleh hewan ruminansia dari jenis kambing-kambingan (*Capriane*). Bangsa hewan ini mulai menghasilkan susu sejak masa laktasi pertama, yakni setelah melahirkan untuk pertama kalinya (Marwah *et al.*, 2010) Susu kambing layaknya susu yang berasal dari sumber hewan lainnya merupakan campuran yang kompleks, yaitu emulsi lemak dalam air. Empat komponen utama penyusun susu kambing yaitu laktosa, lemak, senyawa nitrogen, dan mineralnya memiliki kemiripan dengan susu sapi (Purbayanto, 2009). Kandungan gizi susu kambing terlihat pada Tabel

Tabel 4. Kandungan Gizi Susu Kambing, Nilai per 100 gram Porsi Makanan

No.	Komponen	Jumlah
1.	Air (gram)	87
2	Energy (kkal)	68
3.	Protein (gram)	3,4
4.	Total lemak (gram)	3,8
5.	Karbohidrat (gram)	4,4
6.	Serat (gram)	0
7.	Abu (gram)	0,8

Sumber : Marwah *et al* (2010)

Susu kambing segar merupakan susu yang diperoleh dari kambing betina yang tidak kurang dari 3 hari setelah melahirkan. Hal ini disebabkan karena dalam jangka waktu 0 – 3 hari dihasilkan colostrum yang mengandung sangat banyak zat gizi. Susu kambing segar harus tidak boleh mengandung colostrum (KPS Bogor, 2014).

Susu kambing dapat dihasilkan dari berbagai jenis kambing, namun jenis susu kambing yang paling banyak dikonsumsi adalah susu kambing peternakan etawa. Hal ini disebabkan karena kambing jenis tersebut lebih banyak dibudidayakan di Indonesia (Rozali, 2010). Menurut Utama *et, al* (2012), kambing peternakan etawa mampu memproduksi susu sebesar 0,9 kg/hari/ekor. Susu kambing memiliki protein terbaik setelah telur dan hampir setara dengan ASI (Safara, dkk., 2011). Komposisi utama susu kambing peternakan etawa terdiri atas laktosa (4,27%), protein (3,52%), lemak (4,25%) dengan padatan total berkisar antara 13 sampai 14% (Marwah *et al.*, 2010; Sukarini, 2006).

Susu kambing memiliki beberapa perbedaan karakteristik dari susu sapi, yaitu warnanya lebih putih, globula lemak susunya lebih kecil sehingga lemak susu kambing lebih mudah dicerna, dan dapat diminum oleh orang yang alergi terhadap susu sapi, *lactose intolerance*, atau untuk orang-orang yang mengalami berbagai gangguan pencernaan (Buckle, *et al.*, 2007). Warna putih susu berasal dari cahaya yang direfleksikan oleh globula-globula lemak, partikel koloidal kasein, dan kalsium fosfat yang

tersebar dalam susu (Moelyanto dan Wiryanta, 2002). *Lactose intolerance* adalah suatu keadaan seseorang tidak dapat mencerna laktosa dan hal ini telah diketahui sebagai akibat dari kurangnya enzim laktosa dalam mukosa usus. Susu sapi mengandung laktosa sebagai karbohidrat utamanya. Persentase laktosa pada susu sapi lebih besar dibandingkan susu kambing. Pemberian laktosa atau susu sapi dalam keadaan seperti ini menyebabkan diare atau gangguan-gangguan perut yang lain.

Menurut Purbayanto (2009), komponen susu kambing memiliki karakteristik menyerupai komponen susu sapi tetapi kandungan globula lemak pada susu kambing mempunyai ukuran yang lebih kecil dibanding susu sapi. Lemak pada susu kambing berupa emulsi yang lebih kecil dan tidak membentuk kluster seperti pada globula lemak susu sapi. Ukuran yang lebih kecil membuat luas permukaan totalnya lebih besar dari susu sapi sehingga meningkatkan aktivitas lipase pankreatik dan membuatnya lebih mudah dicerna (Ceballos, 2008)

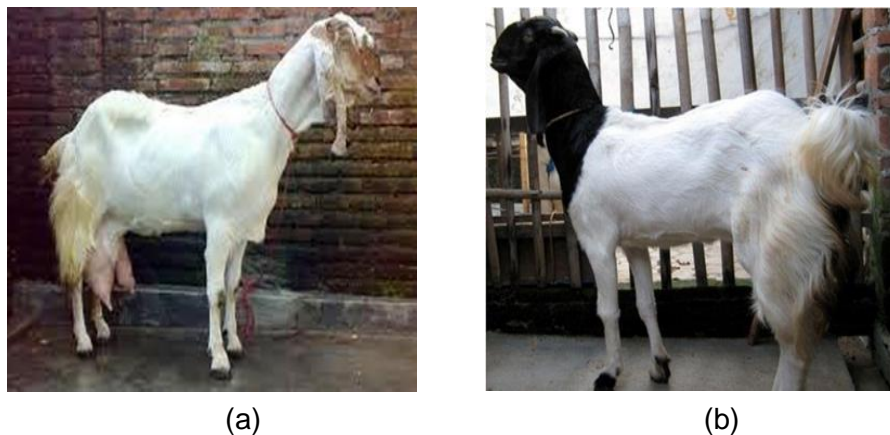
Susu kambing lebih berwarna putih dibanding susu sapi karena tidak mengandung karoten. Perbedaan utama antara susu kambing dan susu sapi adalah kandungan butiran lemak (*fat globule*) susu kambing yang lebih kecil dibandingkan dengan susu sapi (Ensminger, 2002). Susu segar menurut Standar Nasional Indonesia nomor 3141-01: 2011 didefinisikan sebagai cairan yang berasal dari ambing ternak sehat yang diperah dengan cara pemerahan yang benar, tidak mengalami penambahan atau pengurangan suatu komponen apapun kecuali proses pendinginan dan tanpa mempengaruhi kemurniannya (Zuriati *et al*, 2011).

Globula lemak merupakan partikel terbesar dalam susu yaitu dengan diameter berkisar antara 0,1-20 μm . Rata-rata ukuran lemak susu kambing antara 1,5-2 μm jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran globula lemak susu sapi yaitu sekitar 5,5-11,5 μm . Keberadaan globula lemak terlindungi oleh membran globula (*fat globule membrane*). Membran ini mempunyai fungsi melindungi lemak dari pengaruh enzim yang terdapat dalam susu serta mencegah flokulasi pada globula (Widodo, 2003). Membran globula lemak susu kambing mempunyai sifat yang mudah pecah, yang menyebabkan kecenderungan membentuk aroma tengik (*off-*

flavors) yang lebih tinggi jika dibandingkan susu sapi (Restani, 2004) Menurut Anang *et al* (2006) flavor khas susu kambing disebabkan oleh kandungan asam lemak bebas yaitu (C4, C8, C14, C16, C18, C18-1) yang lebih banyak dibandingkan susu sapi. Asam lemak-asam lemak ini bersifat mudah menguap yang menyebabkan susu kambing memiliki flavor yang lebih tajam dan lebih spesifik.

3. Kambing Peranakan Etawa (PE)

Menurut Atabany (2002) kambing perah merupakan jenis kambing yang dapat memproduksi susu dengan jumlah melebihi kebutuhan untuk anaknya. Kambing PE mempunyai ciri-ciri bentuk hidung melengkung, memiliki daun telinga, kaki dan bulu badan panjang serta ambing besar (Sofriani, 2012). Kambing etawa dapat dilihat pada Gambar 2.1. Kambing PE jantan memiliki bobot badan dapat mencapai 90 kg dan betina mencapai 60 kg. Produksi susu dari kambing PE sekitar 1.2 l/ekor/hari selama 70 hari pertama laktasi (Hayuningtyas, 2007). Sedangkan menurut Styaningsih *et al.*, (2013) produksi susu kambing PE berkisar 0.498-0.692 liter perekor per hari dengan produksi tertinggi dicapai 0.868 liter.



Gambar 8. (a) Kambing PE Betina ; (b) Kambing PE Jantan

Sumber : UPT Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran (2022)

Menurut Mulyono dan Sarwono (2010), sebagai kambing peliharaan, kambing peranakan etawa memiliki dua kegunaan, yaitu sebagai penghasil susu (perah) dan pedaging. Keunggulan lain dari kambing etawa adalah laju pertumbuhan yang baik serta didukung dengan daya adaptasi yang

baik terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim. Sebagai hewan ternak yang menguntungkan, kambing peranakan etawa dapat diusahakan beranak tiga kali setiap dua tahun dengan jumlah anak setiap kelahiran 2-3 ekor, kambing peranakan etawa lebih cocok diusahakan di dataran sedang (500-700 m dpl) sampai dataran rendah yang panas. Parameter kambing peranakan etawa dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter Teknis Kambing Peranakan Etawa

Parameter	Kisaran
1. Berat Badan (Kg)	
▪ Jantan	45-80
▪ Betina	30-50
2. Jumlah anak sekelahiran	-3
3. Masa Laktasi (Hari)	90-265
4. Produksi Susu harian (liter)	1.5-3.7

Sumber : Mulyono dan Sarwono, 2010

Menurut Ensminger (2002), salah satu faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya produksi susu adalah dari segi pemberian pakan dan minum. Pakan yang diberikan pada kambing harus dapat memenuhi kebutuhan untuk hidup pokok dan reproduksi. Jumlah pakan diberikan tergantung kondisi fisiologis pertumbuhan, bunting, laktasi, bangsa, dan kapasitas produksi.

4. Bahan – bahan Pembuatan Susu Kambing

a. Gula

Penambahan gula dalam pengolahan susu bubuk antara lain untuk memberikan aroma, rasa manis dan sebagai pengawet (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Gula memiliki sifat higroskopis sehingga dapat memperbaiki masa simpan dari produk pangan (Koswara, 2009). Gula dapat berfungsi sebagai pengawet karena dapat mengurangi aktivitas air (aw) bahan pangan sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. (Cahyo dan Hidayanti, 2006)

b. Perisa

Perisa merupakan bahan tambahan makanan yang dapat memberikan warna, rasa maupun aroma makanan dan minuman sehingga meningkatkan kualitas produk tersebut. Perisa makanan dapat dihasilkan dari ekstraksi bahan alami maupun sintesis (kimia). (Hidayat dan Saati, 2006).

Bubuk perisa coklat yang ditambahkan dalam suatu produk pangan dapat merubah warna, rasa dan aroma produk. Warna coklat bubuk perisa coklat berasal dari bubuk kakao. Kakao masa yang telah dihilangkan sebagian lemaknya dengan atau tanpa perlakuan alkalisasi. Alkalisasi adalah proses penambahan suatu bahan alkalis yang sesuai dengan biji coklat dengan tujuan untuk mengatur keasaman agar mencapai tingkat yang diinginkan (Zuhra, 2006).

c. Susu Bubuk

Menurut SNI 3752-2009, Susu bubuk adalah produk susu yang diperoleh dengan cara mengurangi sebagian besar air melalui proses pengeringan susu segar dan atau susu rekombinasi yang telah dipasteurisasi, dengan atau tanpa penambahan vitamin, mineral dan bahan tambahan pangan yang diizinkan. Susu bubuk digunakan untuk meningkatkan nilai gizi dan sifat fungsionalnya seperti penerimaan sensori dan tekstur.

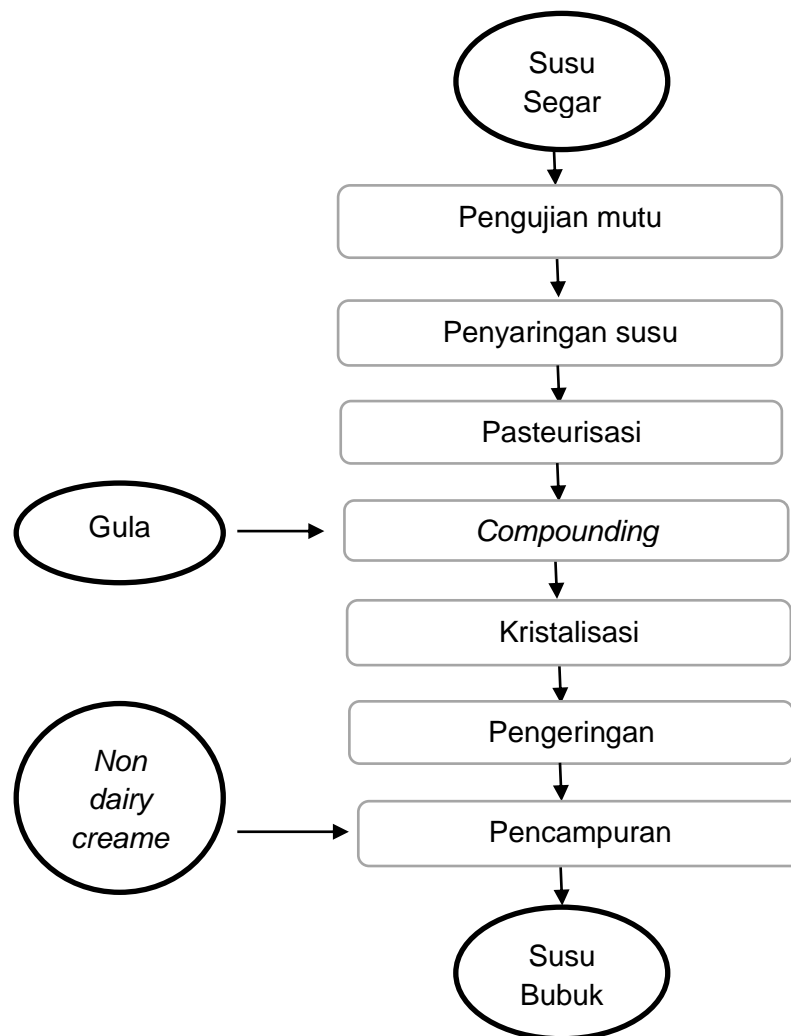
Kandungan air yang tinggi pada susu segar menyebabkan perlu dilakukan pemekatan terlebih dahulu untuk menghasilkan susu dengan kadar air yang lebih rendah. Menurut Widodo (2003), proses pemekatan awal ini melibatkan evaporasi sehingga terjadi perubahan kadar air menjadi 50% diikuti dengan pengeringan semprot sehingga dihasilkan susu bubuk dengan kadar air rendah sekitar 3%. Menurut Siaroto dan Prahasta (2009), umur simpan susu bubuk maksimal 2 tahun dengan penanganan yang baik dan benar. Susu bubuk rentan terhadap perubahan gizi karena mudah beroksidasi dengan udara. Syarat mutu susu bubuk sesuai SNI 01-2970-2006 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Syarat mutu susu bubuk sesuai SNI 01-2970-2006

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan		
			Susu bubuk berlemak	Susu bubuk kurang lemak	Susu bubuk bebas lemak
1.	Keadaan				
	Bau	-	Normal	Normal	Normal
	Rasa	-	Normal	Normal	Normal
2.	Kadar air	% b/b	Maks. 5	Maks. 5	Maks. 5
3.	Lemak	% b/b	Min. 26	> 1,5 s.d < 26.0	Maks. 1,5
4.	Protein	% b/b	Min. 23	Min. 23	Min. 30
5.	Cemaran logam				
	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 20	Maks. 20	Maks. 20
	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,3	Maks. 0,3	Maks. 0,3
	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40/250	Maks. 40/250	Maks. 40/250
	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03	Maks. 0,03	Maks. 0,03
6.	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1	Maks. 0,1	Maks. 0,1
7.	Cemaran mikroba				
	Angka lempeng total	koloni/g	Maks. 5×10^4	Maks. 5×10^4	Maks. 5×10^4
	Bakteri <i>colifom</i>	APM/g	Maks. 10	Maks. 10	Maks. 10
	<i>Eschericia coli</i>	APM/g	< 3	< 3	< 3
	<i>Staphylococcus Aureus</i>	koloni/g	Maks. 1×10^2	Maks. 1×10^2	Maks. 1×10^2
	<i>Salmonella</i>	koloni/100g	Negatif	Negatif	Negatif

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2006)

Proses pembuatan susu bubuk formula merupakan salah satu contoh alternatif pengolahan dan pengawetan susu dengan cara menurunkan kadar air susu dari 87% (susu segar) menjadi 3% (susu bubuk) dengan cara *spray drying*. Pengeringan ini bertujuan untuk menurunkan aktivitas air (aw) sehingga menekan pertumbuhan mikroba. Bakteri dan khamir terhambat pertumbuhannya pada kadar aw 0,65, sedangkan bakteri pertumbuhannya terhambat pada aw 0,75 (Widodo, 2003). Tahapan proses ada di Gambar 9.



Gambar 9. Diagram Alir Pengolahan Umum Pada Susu Bubuk
Sumber: Purwaningsih *et al.*, (2006)

1) Penerimaan susu segar

Tahap pertama adalah penerimaan susu segar dari peternakan. Tahap ini dilakukan dengan cara mengumpulkan susu segar dari beberapa peternak yang dikoordinir oleh Koperasi Unit Desa (KUD) dengan jangka waktu tertentu. Susu yang dikumpulkan, sebelum diterima oleh pabrik akan dilakukan beberapa tahap uji kualitas susu untuk mengetahui mutu susu yang masuk ke dalam pabrik. Tahap uji kualitas susu meliputi uji bakteriologis, uji fisis dan uji organoleptis yang dilakukan oleh bagian *Quality Assurance* (QA). Salah satu uji kualitas susu dapat dilakukan dengan mengukur berat jenis susu

segar. Untuk mengetahui berat jenis susu segar dapat dilakukan menggunakan alat laktodensimeter. Menurut SNI 3141-1: 2011 berat jenis susu minimal 1,028. Mutu susu segar berbeda – beda tergantung dari beberapa faktor, seperti hewan perah, manusia, lingkungan dan kebijakan perusahaan (Anonim, 2006). Setelah kualitas susu dinyatakan release, kemudian susu dimasukkan dalam *fresh milk tank*.

2) Penyaringan

Tahap penyaringan merupakan tahap yang dilakukan sebelum susu segar masuk dalam *fresh milk tank*. Susu segar disaring terlebih dahulu untuk memisahkan benda – benda pengotor susu yang terbawa saat proses pemerahan. Penyaringan juga bertujuan untuk menghilangkan sebagian leukosit dan bakteri yang dapat menyebabkan kerusakan susu selama penyimpanan (Anonim, 2006).

3) Pasteurisasi

Pasteurisasi adalah proses pemanasan dengan menggunakan suhu dibawah 100°C dan dalam jangka waktu tertentu yang dapat mematikan sebagian mikroba berbahaya agar memiliki daya tahan lebih lama. Pasteurisasi bertujuan untuk membunuh semua mikroba patogen yang dapat merusak susu serta menyebabkan penyakit pada bayi. Mikroba patogen yang banyak terdapat pada susu antara lain adalah *Mycobacterium tuberculosis*, *Coxiella burnetti*, *Salmonella*, *Shigella sp.*, serta *Enterobacter sakazakii*. Pasteurisasi juga dilakukan untuk memperpanjang daya simpan produk dengan cara menginaktivasi enzim yang terdapat dalam susu seperti lipase, fosfatase, peroksidase dan katalase. Dikenal dua metode yang lazim digunakan pada proses pasteurisasi susu yaitu LTLT (*Low Temperature Long Time*) dan HTST (*High Temperature Short Time*). Metode LTLT pada dasarnya dilakukan dengan pemanasan susu sampai suhu 63 – 65°C dan dipertahankan pada suhu tersebut selama 30 menit. Alat yang digunakan untuk LTLT berupa tangki terbuka (*open vat*) dengan pemanas tidak langsung atau lebih dikenal dengan “*Batch Pasteuriser*”. Sedang metode HTST dilakukan dengan pemanasan suhu selama 15 – 16 detik pada suhu 76°C atau lebih

dengan alat penukar panas (*heat exchanger*) dan diikuti dengan proses pendinginan susu dengan cepat agar mikroba yang masih hidup tidak tumbuh kembali.

4) *Compounding*

Compounding merupakan proses pencampuran, pendispersian dan pelarutan komponen padat (bubuk) serta susu segar yang telah dipasteurisasi. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh campuran yang homogen sebelum dilakukan proses pengeringan. Komponen bubuk yang ditambahkan dapat berupa susu bubuk, *skim*, gula, *whey*, pemberi aroma, *emulsifier* atau *stabilizer* yaitu *lecithin*, vitamin dan mineral.

5) Kristalisasi

Kristalisasi merupakan istilah yang menunjukkan beberapa fenomena yang berbeda yang berkaitan dengan pembentukan struktur kristal. Kristalisasi terdiri dari dua fenomena yang berbeda yaitu pembentukan inti kristal atau nukleasi dan pertumbuhan kristal. Baik nukleasi maupun pertumbuhan kristal memerlukan kondisi supersaturasi dari larutannya. Supersaturasi didefinisikan sebagai perbedaan antara konsentrasi aktual dalam larutan dan konsentrasi dimana fasa cair secara termodinamik berkesetimbangan dengan fasa padat (kelarutan). Keadaan saturasi dapat diperoleh dengan cara pemisahan pelarut (biasanya dengan penguapan) atau dengan penambahan bahan tertentu.

Terdapat tiga tahap pada proses kristalisasi, yaitu pembentukan kondisi lewat jenuh, nukleasi atau pembentukan inti kristal, pertumbuhan kristal. Untuk membentuk kristal, fasa cairan (*liquid*) harus melewati kondisi kesetimbangan dan menjadi lewat jenuh. Kondisi tersebut dapat dicapai dengan cara memekatkan larutan sampai kondisi lewat jenuh. Larutan yang telah mencapai kondisi lewat jenuh, terjadi pembentukan inti kristal atau nukleasi dari larutan lewat jenuh (Estiati, 2012). Nukleasi adalah terbentuknya inti kristal yang muncul dari larutan. Teori nukleasi menyatakan bahwa ketika kelarutan dari larutan telah dilewati (*supersaturated*), molekul-molekul mulai mengumpul dan membentuk *cluster*. *Cluster* tersebut akhirnya

akan mencapai ukuran tertentu yang disebut *critical cluster*. Penambahan molekul lebih lanjut ke *critical cluster* akan melahirkan inti kristal (*nucleus*). Tahap berikutnya adalah pertumbuhan kristal, dimana inti kristal bertumbuh menjadi lebih besar dengan penambahan molekul solut dari larutan lewat jenuh. Fenomena ini disebut pertumbuhan kristal (*crystal growth*) (Ilham, *et. al.*, 2003).

6) Pengeringan

Pengeringan merupakan usaha yang dilakukan untuk mengurangi air yang ada dalam bahan pangan sampai kadar air seimbang dengan kelembaban relatif sekitarnya (Park *et al.*, 2007) Proses pengeringan pada susu dapat dilakukan dengan berbagai alat, baik dengan *spray drying* (suhu tinggi) maupun *freeze drying* (suhu rendah). *Spray drying* merupakan salah satu bentuk pengeringan yang sudah banyak diaplikasikan di industri pengolahan susu (Widodo, 2003). Proses pengeringan ini menggunakan semprotan dengan tekanan tinggi, sehingga susu yang disemprotkan menjadi kabut dan menjadi butiran halus. Menurut Hadiwiyoto (1994), prinsip pengeringan menggunakan *spray drying* adalah menyemprotkan susu ke dalam ruangan yang panas melalui alat penyemprot yang disebut *nozzle*. Apabila susu yang telah sedikit kental disemprotkan maka akan membentuk kabut dan akan kering oleh udara panas dalam ruangan tersebut.

Pengeringan dengan menggunakan metode *spray drying* biasanya menggunakan udara pengering atau panas yang akan mengalami kontak dengan bahan pangan yang dimasukkan ke dalam *spray dryer* dan biasanya kandungan air yang dihasilkan antara 2-3 % (Utari *et al.*, 2012) Pengeringan dengan menggunakan metode *spray drying* akan memberikan pengaruh terhadap total bahan padat yang dihasilkan dari susu bubuk. Suhu pengeringan yang tinggi akan menghasilkan susu bubuk dengan kadar air rendah dan total bahan padat yang tinggi (Widodo, 2003). Menurut Maree (2003), keuntungan dari susu bubuk dengan metode *spray drying* adalah lebih mudah dicerna dan lebih aman karena tidak menyebabkan alergi.

Freeze drying merupakan suatu alat pengeringan dengan bahan yang dikeringkan dalam keadaan telah dibekukan (Hariyadi, 2013). Prinsip pengeringan ini adalah penguapan yang dilakukan dengan kondisi vakum, yaitu uap air disublimasikan keluar dari bahan pangan beku dan struktur bahan pangan tetap dipertahankan dengan baik pada metode ini (Widodo, 2003). Pada pengeringan beku terjadi dua proses, yaitu pembekuan dan pengeringan dengan sublimasi. Bahan pangan umumnya akan mendapat perlakuan pembekuan terlebih dahulu dan setelah itu pengeringan dengan sublimasi. Kadar air yang dihasilkan dari pengeringan beku berkisar antara 2-4 % (Priyanto, 1987). Market Research (2005) melaporkan bahwa, faktor utama yang mempengaruhi kesuksesan proses pengeringan dengan menggunakan metode *freeze drying* adalah faktor alat, kehampaan udara, konsentrasi produk, suhu kondensor, luas area produk, karakter produk, ketebalan produk, air bebas, waktu retensi produk, bahaya kimia, bahaya fisik dan bahaya mekanik.

7) Pengemasan

Pengemasan atau biasa disebut dengan pembungkusan merupakan salah satu cara untuk melindungi atau mengawetkan produk pangan maupun non-pangan. Pengemasan mempunyai peranan dan fungsi penting dalam menunjang distribusi produk terutama yang mudah mengalami kerusakan. Berikut beberapa fungsi kemasan, yaitu:

- Sebagai tempat atau wadah, yaitu untuk memudahkan menyimpan produk berupa tepung – tepungan, butiran, cairan dan gas agar tidak berserakan serta memudahkan pekerjaan bila akan dipindahkan atau diangkut.
- Sebagai pelindung, yaitu untuk melindungi lingkungan sekitar produk.
- Sebagai penunjang cara penyimpanan dan transport, yaitu untuk efisiensi dalam penggunaan ruang penyimpanan.
- Sebagai alat persaingan dalam pemasaran, yaitu untuk menarik perhatian konsumen (Rahmawati, 2013).

B. Uraian Proses Produksi di Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran

Proses produksi susu bubuk kambing etwa di Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran dibagi menjadi beberapa tahapan proses, antara lain sebagai berikut:

1. Pengadaan Bahan Baku

a. Susu Kambing

Bahan baku susu di Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran diperoleh dari ambing kambing sebanyak 6 -7 ekor yang diperah setiap sore hari, dengan hasil susu segar ± 20 liter per minggunya. Kemudian disetorkan ke Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran setiap ± 10 hari sekali atau apabila jumlah bahan baku sudah mencapai 20 liter-an. Bahan baku diantarkan dalam bentuk susu yang sudah dibekukan sebanyak 1 liter.

b. Gula Pasir

Pemanis yang digunakan pada proses pembuatan minuman instant susu kambing bubuk ialah gula pasir yang dibeli pada toko di Kecamatan Patuk.

c. Bubuk Cokelat

Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran memiliki 2 varian rasa produk, diantaranya ialah susu bubuk kambing original dan rasa cokelat. Untuk bubuk cokelat yang digunakan diperoleh dari pabrik pengolahan cokelat di Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran itu sendiri.

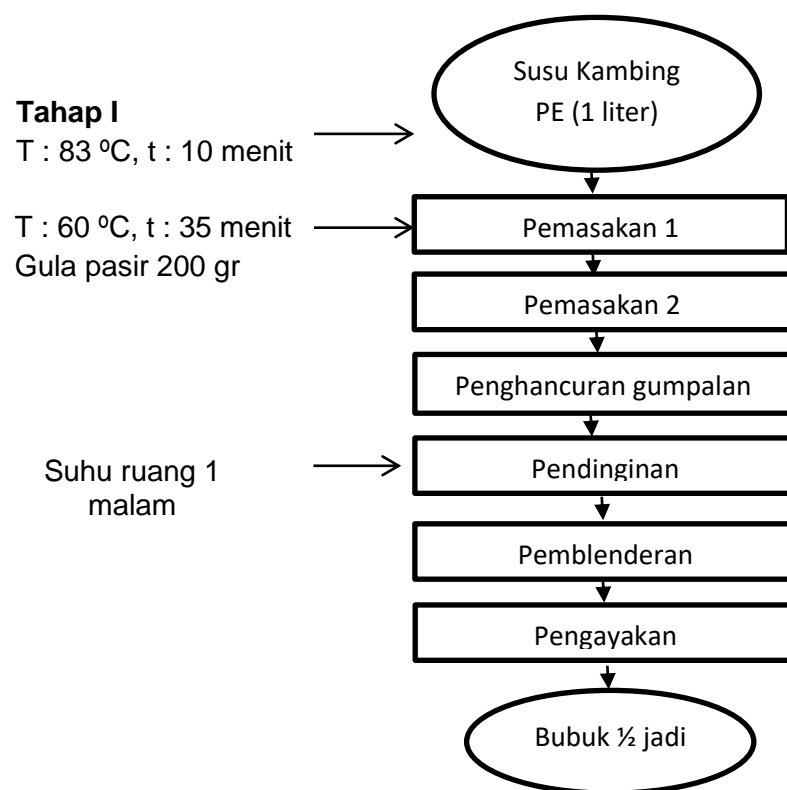
2. Penanganan Bahan Baku

Bahan baku yang berupa susu kambing dari para peternak langsung dimasukkan ke dalam *freezer* di Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran dengan suhu 17°C. Untuk bahan baku gula pasir disimpan dalam box (*container*). Sedangkan untuk bubuk cokelat disimpan dalam *refrigerator* Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran.

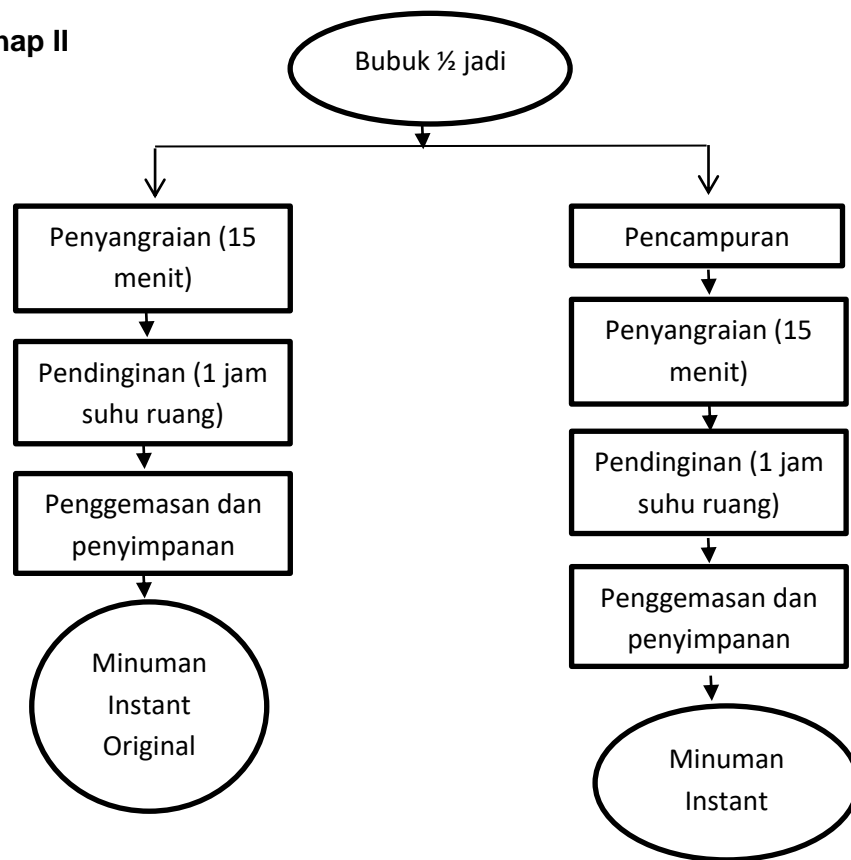
3. Proses Pengolahan Minuman Instan

Prinsip pengolahan susu kambing PE bertujuan untuk membuat minuman instan dalam bentuk bubuk yang baik, rasa yang enak,

bentuk yang bagus, aroma yang khas, dan dapat memenuhi persyaratan penilaian yang telah menjadi ukuran standar bagi konsumen maupun pangsa pasar. Selain itu proses pengolahan tersebut diharapkan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama tanpa mengalami kerusakan. Adapun proses pengolahan susu kambing original dan coklat di Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran secara skematis dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan Gambar 10.



Gambar 10. Diagram Alir Tahap I Proses Pembuatan Susu Bubuk
Sumber: Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran (2022)

Tahap II

Gambar 11. Diagram Alir Tahap II Proses Pembuatan Susu Bubuk
Sumber: Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran (2022)

a. Pemasakan I

Pemasakan susu tahap pertama merupakan tahap awalan proses dalam berbagai cara pengolahan minuman instant susu kambing PE. Minuman instan susu kambing PE ini diolah dengan cara yang masih manual atau tradisional dengan menggunakan wajan yang dipanaskan di atas kompor. Tujuan dari proses pemasakan I ialah untuk mendidihkan susu sebelum akhirnya diberi gula pasir. Waktu yang diperlukan dalam proses pemasakan pertama sekitar 10 menit untuk mendidihkan susu kambing dengan suhu pemasakan $\pm 85^{\circ}\text{C}$ pemakaian api sedang. Pemasakan I sebelum mendidih dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Proses Pemasakan I
Sumber: Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran (2022)

b. Pemasakan II

Proses selanjutnya yaitu pemasakan kedua, yaitu setelah susu mendidih ditambahkan dengan gula pasir. Untuk minuman instan original ditambahkan 200 gram gula pasir per 1 liter susu kambing segar. Untuk minuman instan varian rasa cokelat ditambahkan 300 gram gula pasir per 1 liter susu kambing. Setelah gula pasir ditambahkan, proses pemasakan dilanjutkan dengan suhu yang lebih rendah yaitu suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ pemakaian api kecil selama 40 menit hingga mengental dan membentuk gumpalan. Pemasakan II hingga susu mengental dan menjadi gumpalan dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Proses Pemasakan II
Sumber: Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran (2022)

c. Penghancuran

Proses penghancuran merupakan tahap untuk memperkecilkan ukuran gumpalan-gumpalan bubuk susu kambing agar memudahkan untuk proses memperkecil ukurann pada proses selanjutnya, serta

supaya cepat mongering gumpalan susu kambingnya. Proses penghancuran ini dilakukan diatas wajan dengan menggunakan pengaduk susu hingga menjadi gumpalan lebih kecil yang masih kasar (bubuk kasar). Proses penghancuran gumpalan dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Proses Penghancuran
Sumber: Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran (2022)

d. Pendinginan

Proses pendinginan ini dilakukan selama semalam di suhu ruang, bubuk kasar dari wajan kemudian dipindahkan ke dalam baskom pendingin dan ditutup dengan menggunakan kain bersih. Pendinginan ini dilakukan agar bubuk kasar dari proses penghancuran sebelumnya benar-benar kering, hal ini dilakukan untuk mengurangi kadar air setelah pemasakan. Proses pendinginan susu dalam wadah dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Proses Pendinginan
Sumber: Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran (2022)

e. Penghancuran

Pada proses penghancuran ini dilakukan supaya bubuk kasar menjadi bubuk yang lebih halus dan memudahkan untuk proses selanjutnya yaitu pengayakan. Penghancuran bubuk kasar menggunakan alat bantu berupa blender. Proses penghancuran dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Proses Pemplenderan
Sumber: Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran (2022)

f. Pengayakan

Setelah proses penghancuran dilakukan proses pengayakan. Tujuan dari proses ini ialah untuk mendapatkan bubuk yang lebih lembut dan memudahkan untuk proses selanjutnya yaitu pengemasan.. Proses pengayakan dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Proses Pengayakan
Sumber: Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran (2022)

Setelah proses pengayakan, untuk bubuk minuman instan kambing original langsung menuju tahap proses selanjutnya yaitu

penyangraian. Sedangkan untuk bubuk minuman instant susu kambing rasa coklat, ditambahkan bubuk coklat pada bubuk susu yang sudah halus terlebih dahulu sebelum masuk ke tahap penyangraian dengan perbandingan (1:5), perbandingan 1 gram untuk bubuk coklat dan perbandingan 5 gram untuk susu bubuk yang dihasilkan setelah proses pemblenderan. Setelah ditambah bubuk coklat dilakukan proses pencampuran dengan alat bantu blender. Proses penambahan dan pencampuran bubuk coklat dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Proses Penambahan dan Pencampuran Bubuk Coklat
Sumber: Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran (2022)

g. Penyangraian

Bubuk susu original dan coklat (sudah di *blending*) selanjutnya disangrai dengan menggunakan api kecil supaya tidak gosong bubuk minuman instan, dengan waktu penyangraian selama 15 menit. Hal ini dilakukan untuk mengurangi kadar air bubuk sebelum masuk proses pengemasan supaya bubuk susu kambing lebih tahan lama waktu penyimpanannya, setelah selesai disangrai bubuk dipindahkan ke dalam loyang. Proses penyangraian bubuk minuman instan original dan coklat dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Proses Penyangraian
Sumber: Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran (2022)

h. Pendinginan

Setelah bubuk disangrai, proses selanjutnya ialah mendinginkan bubuk susu terlebih dahulu pada suhu ruang selama ± 1 jam atau bubuk sudah dingin secara merata. Proses ini dilakukan sebelum masuk proses pengemasan, supaya bubuk yang dikemas tidak mudah rusak karena sudah dingin (kering angin). Proses pendinginan dapat dilihat pada Gambar 20



Gambar 20. Proses Pendinginan
Sumber: Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran (2022)

i. Pengemasan

Bubuk susu varian orignal dan coklat yang sudah dingin dimasukkan dalam alumunium foil dengan terlebih dahulu ditimbang seberat 35 gram kemudian disealer untuk merapatkan ujung alumunium foil. Alumunium foil yang digunakan juga diberikan stiker yang sesuai dengan nama produk masing-masing minuman instan.

Setelah dikemas menggunakan alumunium foil susu bubuk dikemas dengan menggunakan kardus berukuran kecil (isi 3 sachet produk) dan menggunakan ukuran kardus besar (isi 10 sachet produk). Proses pengemasan minuman instan original dan cokelat dapat dilihat pada Gambar 21. Kemasan minuman instan susu kambing original dan minuman instan susu kambing cokelat dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 21. Proses Pengemasan

Sumber: Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran (2022)



Gambar 22. Kemasan

Sumber: Taman Teknologi Pertanian Nglanggeran (2022)