

II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Kefir, (2) Kacang Hijau, (3) Susu, dan (4) fermentasi

2.1 Kefir

Kefir adalah susu yang difermentasi dan berasal dari Caucasus. Kefir dibuat dengan menginokulasi susu sapi, kambing atau domba dengan biji kefir. Kefir tradisional dibuat dalam kantong kulit yang tergantung dekat pintu masuk/keluar dan kantong diketuk oleh setiap orang yang melintas untuk membantu susu dan biji kefir tercampur dengan baik (Anonim b, 2007).



Gambar 1. Granula kefir

Kefir adalah produk susu fermentasi berasa asam dan sedikit beralkohol yang diyakini memiliki banyak kandungan zat fungsional, dan telah dipercaya bahwa umur panjang petani Bulgaria dikarenakan seringnya mengkonsumsi susu

fermentasi jenis ini. Kefir alami memiliki cita rasa khamir yang menyegarkan serta terdapat kondisi yang segar tatkala dirasakan di mulut (Farnworth 2005).

Menurut Albaarri dan Murti (2003), kefir adalah produk susu yang difermentasikan dengan menggunakan bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, dan ragi jenis khamir dalam proses fermentasi tersebut menghasilkan asam dan alkohol. Pada tahap akhir proses dilakukan dalam kemasan tertutup untuk produksi karbonat dari proses fermentasi bakteri dan khamir.

Kefir berasal dari pegunungan Kaukasian sebelah utara atau sebelah timur laut Mongolia, dan telah diproduksi selama ratusan tahun dalam skala rumah tangga secara tradisional dalam kantung kulit, atau dalam tembikar. Bahan untuk pembuatan kefir biasanya adalah susu sapi atau susu kambing. Kefir ini diproduksi di negara-negara di Rusia dan hanya sedikit diproduksi di negara-negara Eropa (Surono, 2004).

Bahan baku pembuatan kefir adalah susu, baik susu sapi, domba maupun kambing. Susu dipanaskan pada suhu 85 °C selama 30 menit atau 95°C selama 5 menit. Tujuan pemanasan untuk membunuh mikroba yang tidak diinginkan dan denaturasi protein untuk meningkatkan viskositas produk. Kemudian susu didinginkan (22 – 23 °C) dan ditambahkan biji kefir, diinkubasi pada suhu 22 – 23 °C selama kurang lebih 20 jam atau pada suhu 10°C selama 1 – 3 hari. Pada akhir fermentasi, produk yang dihasilkan mengandung alkohol 0,5 – 1,0 %, asam laktat 0,9 – 1,1 % dan gas CO₂. Biji kefir kemudian dipisahkan dari produk, dicuci dan dipersiapkan untuk produksi selanjutnya. Untuk meningkatkan stabilitas maka kefir

didinginkan pada suhu 5°C selama beberapa jam untuk pematangan sehingga diperoleh kefir yang baik mutunya.

Kefir mengandung 0.5 – 1,0 % alkohol dan 0,9 – 1,1 % asam laktat. Produk ini sangat populer di Uni Soviet, dimana konsumsi kefir mencapai 4,5 kg per kapita per tahun.

Bibit kefir dapat dipakai ulang beberapa kali dan bibit ini diperoleh dengan cara pemisahan melalui penyaringan. Kemudian biji kefir dicuci dan direndam dalam air dingin dan disimpan pada suhu 4°C. Penyimpanan dengan cara basah ini hanya tahan satu minggu. Bila akan disimpan dalam jangka waktu yang lama, biji kefir harus dikeringkan dengan cara dibungkus kain bersih selama 36 – 48 jam pada suhu kamar, kemudian disimpan pada suhu 4°C. Biji kefir kering ini dapat dipertahankan aktivitasnya lebih dari satu tahun (Rahman *et al.*, 1992).

Kefir diyakini sebagai minuman yang berkhasiat multiguna, bakteri asam laktat dalam kefir berfungsi sebagai probiotik yang bermanfaat menjaga keseimbangan mikroorganisme saluran pencernaan, menurunkan produksi racun seperti fenol, ammonia dan nitrosamine. (Hull, Conway and Evans, 1991). Kefir diolah dengan menambahkan secara sengaja kefir grains ke dalam susu yang telah dipasteurisasi, diperam dan konsentrasi kefir grains akan menentukan lama pemeraman dan keasaman yang terbentuk, sehingga akan berpengaruh terhadap kualitas produk akhir yang dihasilkan. Bakteri asam laktat dalam kefir grains membutuhkan enzim yang dihasilkan khamir untuk pertumbuhan, sedangkan khamir menggunakan produk hasil fermentasi bakteri asam laktat sebagai sumber Karbon dan Energy sehingga bakteri

asam laktat dan khamir dapat tumbuh dengan perbandingan yang seimbang (Kosikowski, 1982). Penambahan kefir grains 30 gram per liter susu dan lama pemeraman 24 jam pada suhu ruang menghasilkan kefir dengan kualitas yang sesuai dengan standar susu fermentasi

Menurut Edwin (2002) menyatakan bahwa koloni yang terdapat dalam kefir grains mampu memproduksi beberapa vitamin yang sangat diperlukan tubuh seperti asam folat, asam nikotinat, asam pantotenat, biotin, vitamin B6 dan vitamin B12 serta memiliki kemampuan menurunkan kadar lemak produk susu fermentasi seperti kefir yang dihasilkan.

Kandungan zat gizi kefir hampir sama dengan susu yang digunakan sebagai bahan kefir namun memiliki berbagai kelebihan bila dibandingkan dengan susu segar. Kelebihan tersebut yaitu adanya 1) asam yang terbentuk dapat memperpanjang masa simpan, mencegah pertumbuhan mikroorganisme pembusuk sehingga mencegah pertumbuhan mikroorganisme patogen dan meningkatkan keamanan produk kefir (Fardiaz, 1997); 2) meningkatkan ketersediaan vitamineral (B2, B12, asam folat, fosfor dan kalsium) yang baik untuk tubuh; 3) mengandung mineral dan asam amino esensial (tryptopan) yang berfungsi sebagai unsur pembangun, pemelihara, dan memperbaiki sel yang rusak, 4) fosfor dari kefir membantu karbohidrat, lemak dan protein dalam pembentukan sel serta untuk menghasilkan tenaga; 5) mengandung kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) serta Chromium (Cr) sebagai unsur mineral mikro esensial (Surono, 2004).

Produk kefir diproduksi dengan menggunakan starter yang sering disebut “biji kefir” (*kefir grain*) yang mengandung antara lain *L. lactis*, *L. bulgaricus*, *Streptococcus lactis*, *S. cremoris* dan khamir/ragi yang dapat memfermentasi laktosa seperti *Kluyveromyces* sp., *Torula* sp. dan *Saccharomyces cereviceae* dan *Sc. calenbergensis* (Kwak *et al.* 1996). Proses fermentasi dilakukan pada suhu 20 – 25 °C selama 24 jam atau sampai pH 4 tercapai. Tahap pematangan (15 – 20 jam pada suhu 8-10°C) kadang – kadang dilakukan dalam tahapan produksinya. Pemeliharaan biji kefir membutuhkan tenaga kerja intensif dan mikroba pada biji kefir sering menunjukkan komposisi yang bervariasi sehingga beberapa perusahaan saat ini menjual campuran kultur bakteri dan khamir hasil liophilisasi sebagai kultur starter kefir. Biji kefir adalah massa protein, polisakarida, bakteri asam laktat cocci mesofilik, homofermentatif dan heterofermentatif, bakteri *Lactobacillus* termofilik dan mesofilik, bakteri asam asetat dan khamir (Tamime 2007).

Khamir pada biji kefir berperan dalam pertumbuhan beberapa nutrisi seperti asam amino dan vitamin, serta memproduksi etanol serta karbondioksida. *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus kefirgranum*, *Lactobacillus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus lactis* subsp. *cremoris* dan *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* telah teridentifikasi menggunakan teknik biologi molekuler tumbuh dalam kefir (Mainville *et al.* 2006). Produksi asam dikontrol oleh bakteri, sedangkan khamir memproduksi alkohol. Konsentrasi akhir dari asam laktat dan alkohol diperkirakan maksimum 1 % (Jay *et al.* 2005).

Kefir diperoleh melalui proses fermentasi susu pasteurisasi menggunakan starter berupa butir atau biji kefir (*kefir grain/kefir granule*), yaitu butiran-butiran putih atau krem dari kumpulan bakteri, antara lain *Streptococcus* sp., *Lactobacilli* dan beberapa jenis ragi/khamir nonpatogen. Bakteri berperan menghasilkan asam laktat dan komponen *flavor*, sedangkan ragi menghasilkan gas asam arang atau karbon dioksida dan sedikit alkohol. Itulah sebabnya rasa kefir di samping asam juga sedikit ada rasa alkohol dan soda, yang membuat rasa kefir lebih segar, dan kombinasi karbon dioksida dan alkohol menghasilkan buih yang menciptakan karakter mendesis pada produk (Usmiati, 2007).

Kefir dan yoghurt adalah susu fermentasi, tetapi keduanya memiliki perbedaan pada jenis kultur bakteri yang digunakan untuk fermentasi. Yoghurt mengandung bakteri transisi mempertahankan kebersihan sistem pencernaan dan menyediakan makanan untuk bakteri baik, sedangkan kefir dapat benar – benar membersihkan saluran usus, sesuatu yang tidak dapat dilakukan yoghurt. Kefir mengandung beberapa strain bakteri yang tidak dapat ditemukan pada yoghurt, yaitu *Lactobacillus Caucasus*, *Leuconostoc*, spesies *Acetobacter* dan spesies *Streptococcus*. Kefir juga mengandung ragi yang bermanfaat, seperti *Saccharomyces kefir* dan *Torula kefir*, yang mendominasi, mengontrol dan menghilangkan ragi patogen yang destruktif dalam tubuh manusia. (Buckle, 2010)

Menurut Teguh Supriyono (2008), Kefir dapat dibuat dengan menggunakan bahan baku susu nabati yaitu dari kacang-kacangan. Kelebihan susu nabati sebagai bahan baku susu fermentasi adalah kandungan lemak yang rendah dan tidak

mengandung kolesterol, tetapi mempunyai kekurangan yaitu kandungan senyawa anti gizi yang cukup tinggi. Berbagai studi mengenai fermentasi susu nabati sebagian besar berbahan baku susu kedelai sedangkan kacang-kacangan lain belum banyak dieksplorasi. Kacang hijau merupakan bahan pangan lokal yang mempunyai potensi sebagai bahan baku susu fermentasi.

Keunggulan kefir adalah dapat menjaga kesehatan usus, menyehatkan sistem pencernaan dan menghindari resiko terkena kanker tumor usus besar, menormalkan bakteri pada usus besar pasca pengobatan yang menggunakan antibiotik, dan membantu menyembuhkan berbagai gangguan kesehatan seperti diabetes, hipertensi, dan tumor (Bahar, 2008). Sehingga diharapkan pada penelitian penggabungan pembuatan sari kecambah kacang hijau dan teknologi fermentasi minuman dengan kefir dapat menghasilkan minuman yang berkualitas dan bergizi tinggi.

Pembuatan kefir dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah lama fermentasi, media yang digunakan, suhu fermentasi, rasio biji kefir dengan susu, serta jumlah starter kultur (Bahar, 2008). Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang penggunaan jumlah susu skim dan formulasi kefir sari kecambah kacang hijau dengan lama fermentasi yang berbeda.

Kandungan protein kefir lebih mudah dicerna dan mengandung asam amino tryptophan yang memiliki efek menenangkan saraf (relaksasi). Efek penenang kefir pada system saraf bermanfaat mengatasi masalah insomnia, stress, depresi dan ADHD (*Attention Deficit Hyperactive Disorder*). Kandungan gizi kefir dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan gizi kefir

Kandungan Gizi Kefir Per porsi (227 g)	
Energi	160 kkal
Karbohidrat	8 g
Protein	14 g
Lemak	3 g
Natrium	90 mg
Kalsium	300 mg
Vitamin A	500 IU
Vitamin D	1000 IU

Sumber: (Pangkal ide, 2008)

2.2 Kacang Hijau

Tanaman kacang hijau (*Vigna radiata*) termasuk suku polong-polongan *Fabaceae* yang memiliki manfaat sebagai sumber bahan pangan berprotein nabati tinggi, yang dapat digunakan dalam berbagai macam produk dan jenis makanan, dan merupakan salah satu komoditas pangan yang menjadi sumber energi pengganti selain kacang kedelai. Kacang hijau merupakan tanaman jenis *Leguminosae* yang tahan akan kekeringan, sehingga mempunyai potensi besar untuk dikembangkan. Kacang hijau merupakan salah satu komoditas kacang-kacangan yang banyak dimakan rakyat Indonesia. Secara agronomis dan ekonomis, tanaman kacang hijau memiliki kelebihan dibanding tanaman kacang-kacangan lainnya (Mustakim, 2015).

Kacang hijau merupakan tanaman semusim yang sangat mudah untuk dibudidayakan. Kacang hijau dapat tumbuh disegala macam tipe tanah yang berdrainase baik. Tanaman ini dapat ditanam di dataran rendah hingga ketinggian 500 m di atas permukaan laut. Untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik, kacang hijau menghendaki curah hujan optimal 50-200 mm/bln; dengan temperatur 25-27 °C dengan kelembaban udara 50-80% dan cukup mendapat sinar matahari (Humaedah, 2014). Menurut Mustakim (2015), tanah yang cocok untuk budidaya kacang hijau adalah yang memiliki pH 5,8. Jika pH kurang dari 5, tanah sebaiknya diberi kapur terlebih dahulu dengan waktu 2–4 minggu sebelum penanaman.

Menurut Trustinah, B.S. (2014), Sentra produksi kacang hijau adalah Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Barat (NTB), Jawa Barat, dan Nusa Tenggara Timur (NTT).

Klasifikasi Kacang hijau

Klasifikasi tanaman kacang hijau dalam taksonomi tumbuhan adalah sebagai berikut :

Regnum : Plantae

Divisio : Spermatophyta 13

Subdivisio : Angiospermae

Classis : Dicotyledonae

Ordo : Leguminales

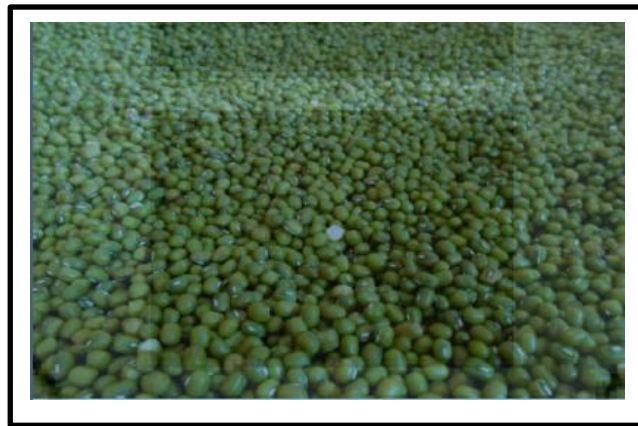
Familia : Leguminosae

Genus : Vigna

Species : *Vigna radiata* L. (Purwono dan Hartono, 2005: 12)

Sinonim : *Phaseolus radiatus* L.

Phaeolus aureus Roxb. (Heyne, 1987:1051)



Gambar 2. Kacang hijau

Morfologi dari kacang hijau terdiri dari akar, batang, daun, bunga dan biji. Kacang hijau merupakan tanaman yang tumbuh tegak dengan ketinggian berkisar antara 30 cm-130 cm dan berakar tunggang. Tanaman ini memiliki batang yang berbuku-buku, berbulu dan berwarna hijau kecoklatan hingga kemerahan. Daunnya terdiri dari tiga helai (*trifoliate*) dan letaknya berselingan. Helai daun berbentuk oval dengan bagian ujung yang lancip dan memilki warna hijau sampai hijau tua. Bunganya berbentuk seperti kupu-kupu, memilki warna kuning. Polong kacang hijau berbentuk silindris dengan panjang 5 cm – 10 cm dan menghasilkan 10-15 biji untuk setiap polong. Biji kacang hijau berbentuk bulat kecil, memiliki warna hijau kusam, hijau mengkilap dan kuning kecoklatan (Pratap & Kumar, 2011:42).

Pembentukan varietas kacang hijau selain untuk tujuan produktivitas juga diarahkan untuk mengantisipasi perubahan lingkungan seperti umur genjah, masak serempak, ketahanan terhadap hama penyakit, dan toleransi terhadap cekaman kekeringan atau salinitas. Dalam kurun waktu 1945-2008 telah dilepas 20 varietas unggul kacang hijau dengan karakteristik yang dimilikinya, seperti warna biji hijau kusam atau hijau mengkilap, ukuran biji kecil-sedang, tahan penyakit embun tepung, bercak daun, umur genjah-dalam. Varietas unggul tersebut merupakan hasil introduksi, persilangan, mutasi, atau varietas lokal.

Hasil kacang hijau ditentukan oleh karakteristik masing-masing varietas, lingkungan, dan teknik budi daya yang biasanya ditunjukkan pada satuan unit area tanam, bukan satuan tanaman (Kuo 1998).

Tabel 2. Varietas kacang hijau

Varietas	Tahun dilepas	Produktivitas (t/ha)	Umur (hari)	Bobot 100 biji (g)	Warna biji	Warna polong	Ketahanan
Siwalik	1945	0,90	80-100	6,0	Hijau kusam	Hitam	
Arta Ijo	1954	0,90	99	4,6	Hijau kusam	Hitam	
Bhakti	1965	1,40	70	6,0	Hijau mengkilap	Coklat	
No. 129	1979	1,60	58	7,0	Hijau tua mengkilap	Hitam	
Merak	1981	1,60	56	7,8	Hijau mengkilap	Hitam	
Manyar	1983	1,50	51-55	4,6	Hijau kusam	Hitam	Tahan (BD, K)
Betet	1983	1,50	58-60	5,8	Hijau kusam	Hitam	Tahan (LK),
Walet	1985	1,70	58	6,3	Hijau mengkilap	Hitam	Tahan (BD)
Gelatik	1985	1,50	58	6,0	Hijau kusam	Hitam	Tahan (BD)
Parkit	1988	1,35	56	6,7	Hijau mengkilap	Hitam	Tahan (ET)
Camar	1988	1,35	56	6,7	Hijau mengkilap	Hitam	Tahan (ET)
Merpati	1991	1,2-1,8	57	6,1	Hijau mengkilap	Hitam	Tahan (BD, ET)
Sriti	1992	1,58	60-65	6,0-6,5	Hijau kusam	Hitam	Tol (BD, ET)
Nuri	1993	1,60	58-65	3,6	Hijau mengkilap	Hitam	Tahan (BD, K)
Kenari	1998	1,38	60-65	6,7	Hijau mengkilap	Hitam	AT (BD), Tol (K)
Murai	2001	1,5	63	6,0	Hijau kusam	Hitam	Tahan (BD)
Perkutut	2001	1,5	60	5,0	Hijau mengkilap	Hitam	Tahan (K), AT (BD)
Sampeong	2003	1,0-1,8	70-75	2,5-3,0	Hijau mengkilap	Hitam	AT (ET, BD)
Kutilang	2004	1,13-1,96	60-67	6,0-7,0	Hijau mengkilap	Hitam	Tahan (ET)
Vima 1	2008	1,38-1,76	57	6,3	Hijau kusam	Hitam	Tahan (ET)

Tol=toleran, AT=agak tahan, BD=bercak daun, K=karat, LK=lalat kacang, ET=embun tepung.

Sumber: Balitkabi (2012).

Kandungan biji kacang hijau terdiri dari senyawa golongan flavonoid, alkaloid, terpenoid dan polifenol (Aruna *et al*, 2012:107). Selain itu, biji kacang hijau juga memiliki kandungan nutrisi yang kaya akan protein, asam lemak oleat, asam lemak linolenat, asam lemak linoleat, vitamin A, vitamin B1 (thiamin), vitamin B2 (riboflavin), vitamin B3 (niasin), vitamin B6, vitamin C, mineral seperti kalsium, fosfor, besi, natrium, dan kalium (N, Kavya *et al*, 2014:238-239).

Kacang hijau merupakan salah satu komoditas yang mendukung diversifikasi pangan. Kandungan gizi yang cukup tinggi terutama karbohidrat dapat dijadikan sebagai bahan pengganti sumber karbohidrat dari beras.

Nilai Kandungan Gizi Kacang Hijau per 100 g, kacang hijau, biji matang, mentah dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Kandungan Gizi Kacang Hijau per 100 g Bahan.

Kandungan Gizi	Kacang Hijau
Kalori (kal)	323
Protein (g)	22
Lemak (g)	1,5
Karbohidrat (g)	56,8
Kalsium (mg)	223
Zat besi (mg)	7,5
Fosfor (mg)	319
Vitamin A (SI)	157
Vitamin B1 (mg)	0,46
Vitamin C (mg)	10
Air (g)	15,5

Sumber : Retnaningsih, et al (2008)

Pemanfaatan kecambah kacang hijau masih terbatas, biasanya kecambah kacang hijau dikonsumsi sebagai sayur dan dibuat menjadi tepung. Hingga saat ini perlu dilakukan diversifikasi olahan kecambah kacang hijau, salah satunya adalah pembuatan minuman fermentasi dari sari kecambah kacang hijau. Proses fermentasi diharapkan dapat menutupi kelemahan dari minuman sari kecambah kacang hijau yaitu bau langu.

Biji kacang hijau berperan untuk mengobati penyakit beri-beri, radang ginjal, melancarkan pencernaan, dan anemia. Selain itu, khasiat dari biji kacang hijau adalah sebagai antimikroba, anti-inflamasi, antidiabetes, antihiperlipidemia, antihipertensi, diuretik (Tang *et al*, 2014:8-14).

Kacang hijau merupakan sumber protein nabati, vitamin (A,B1, C, dan E), serta beberapa zat lain yang sangat bermanfaat bagi tubuh manusia, seperti amilum, besi, belerang, kalsium, minyak lemak, mangan, magnesium dan niasin. Selain bijinya, daun kacang hijau muda sering dimanfaatkan sebagai sayuran. Kacang hijau bermanfaat untuk melancarkan buang air besar dan menambah semangat (Purwono dan Hartono, 2005: 5).

Kecambah kacang hijau memiliki nilai vitamin E yang tidak dimiliki pada kacang tanah dan kacang kedelai. Bahkan nilai gizi kecambah kacang hijau jauh lebih baik dari nilai gizi biji kacang hijau (Winarsi, 2010). Menurut Winarsi (2010), Perombakan makromolekul menjadi mikromolekul yang disebabkan oleh

perkecambahan dapat meningkatkan daya cerna, selain itu perombakan tersebut juga menyebabkan terjadinya pembentukan senyawa tokoferol (vitamin E).

Produksi area panen kacang hijau di Indonesia dalam lima tahun terakhir (2011-2015) dilihat di tabel sebagai berikut

Tabel 4. Produksi kacang Hijau Pada Tahun 2011 -2015

No	Provinsi	Tahun				
		2011 (Ton)	2012 (Ton)	2013 (Ton)	2014 (Ton)	2015 (Ton)
1	Aceh	1.507	1.453	955	1.232	1.600
2	Sumatra Utara	3.250	3.617	2.344	2.907	3.050
3	Sumatra Barat	1.121	1.073	753	559	419
4	Riau	995	920	619	645	598
5	Jambi	445	381	262	168	129
6	Sumatra Selatan	2.611	2.480	1.821	1.182	974
7	Bengkulu	1.405	1.476	1.371	1.154	662
8	Lampung	3.644	3.212	2.643	2.352	1.445
9	Bangka Belitung	-	-	-	-	-
10	Kepulauan Riau	-	-	-	-	-
11	DKI Jakarta	-	-	-	-	-
12	Jawa Barat	14.221	10.196	11.002	12.749	9.691
13	Jawa Tengah	116.518	111.495	64.277	96.219	98.992
14	DI Yogyakarta	371	300	316	261	230
15	Jawa Timur	60.329	66.778	57.686	60.310	67.821
16	Banten	927	851	672	907	542
17	Bali	884	1.528	1.186	941	516
18	NTB	50.702	34.153	22.079	18.218	27.074
19	NTT	10.407	11.478	10.139	9.121	9.717
20	Kalimantan Barat	1.687	562	553	923	1.102

21	Kalimantan Tengah	103	173	105	59	44
22	Kalimantan Selatan	774	843	757	817	655
23	Kalimantan Timur	761	556	373	367	176
24	Kalimantan Utara	-	-	72	116	113
25	Sulawesi Utara	1.825	2.045	1.541	1.498	969
26	Sulawesi Tengah	1.312	1.373	839	721	628
27	Sulawesi Selatan	41.093	22.623	18.341	27.620	40.787
28	Sulawesi Tenggara	1.527	1.076	1.083	1.192	1.036
29	Gorontalo	219	196	182	131	138
30	Sulawesi Barat	714	930	615	366	360
31	Maluku	692	674	889	797	662
32	Maluku Utara	272	275	324	546	739
33	Papua Barat	264	196	167	176	116
34	Papua	762	841	682	334	468
Indonesia		341.342	284.257	204.670	244.589	271.463

Sumber : Badan Pusat Statistik

2.3 Susu

Menurut Andi Febrisiantosa (2013), Susu merupakan salah satu produk pangan hasil ternak yang dapat dikonsumsi manusia pada semua tingkat umur. Susu memiliki kandungan nutrisi yang lengkap dan merupakan sumber protein hewani yang baik untuk dikonsumsi. Kebutuhan terhadap pangan asal hewani termasuk susu terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kesadaran masyarakat akan manfaat gizi bagi kehidupan manusia. Berdasarkan data Kementerian Pertanian tahun 2010, konsumsi susu di Indonesia mencapai 10 liter per kapita dan selalu meningkat setiap tahunnya. Produk susu dikonsumsi dalam bentuk segar maupun

olahan. Peningkatan kebutuhan produk susu untuk dikonsumsi mendorong berkembangnya industri pengolahan susu. Pada praktiknya aktivitas produksi pengolahan susu biasanya menghasilkan hasil ikutan yang belum terkelola dengan baik.

Menurut Agung Setya Wardana (2012), 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. Dalam susu terdapat semua zat gizi yang diperlukan bagi kebutuhan pertumbuhan anak. Secara alami susu merupakan suatu emulsi lemak dalam air. Kadar lemak sering dijadikan sebagai tolak ukur mutu susu, karena secara tidak langsung menggambarkan juga kadar proteinnya.

Menurut Sri Usmiati & Abubakar (2009), komponen penting dalam air susu adalah protein, lemak, vitamin, mineral, laktosa serta enzim-enzim dan beberapa jenis mikroba yang bermanfaat bagi kesehatan sebagai probiotik. Angka rata-rata komposisi untuk semua jenis susu adalah 87,1% kadar air, 3,9% lemak, 3,4% protein, 4,8% laktosa, 0,72% abu dan beberapa vitamin yang larut dalam lemak seperti vitamin A, D, E dan K.

Menurut Belitz,*et al.*, (2009), berat jenis susu sekitar 1,029-1,039 pada suhu 15oC. Berat jenis susu menurun dengan meningkatnya kandungan lemak dalam susu, dan menaik dengan meningkatnya jumlah protein, gula susu dan garam yang terdapat dalam susu.

Menurut Sri Usmiati & Abubakar (2009), pasteurisasi susu adalah pemanasan susu di bawah suhu didih untuk membunuh kuman atau bakteri patogen namun sporanya masih dapat hidup.

Ada 3 cara pasteurisasi yaitu:

- a. Pasteurisasi lama (*Low Temperature Long Time/LTLT*). Pemanasan susu pada suhu yang tidak tinggi (62-65°C) dengan waktu yang relatif lama (0,5-1 jam).
- b. Pasteurisasi singkat (*High Temperature Short Time/HTST*). Pemanasan susu dilakukan pada suhu tinggi (85-95°C) dengan waktu yang relatif singkat (1-2 menit).
- c. Pasteurisasi *Ultra High Temperature* (UHT). Pemanasan susu pada suhu tinggi dan segera didinginkan pada suhu 10°C (suhu minimal pertumbuhan bakteri susu). Pasteurisasi UHT dapat pula dilakukan dengan memanaskan susu sambil diaduk dalam suatu panci pada suhu 81°C selama $\pm 0,5$ jam dan dengan cepat didinginkan. Pendinginan dapat dilakukan dengan mencelupkan panci yang berisi susu ke dalam bak air dingin yang airnya mengalir terus menerus.

Jenis mikroba yang memegang peranan penting dalam proses fermentasi susu digolongkan sebagai bakteri asam laktat (BAL), yaitu beberapa spesies dari *Streptococcus* dan *Lactobacillus*. Asam laktat sebagai salahsatu asam organik, dapat dihasilkan secara alami oleh tumbuhan maupun hewan. Asam organik merupakan bahan *preservasi* makanan yang aman digunakan (Lin *et al.*, 2002).

Beberapa jenis produk susu yang difermentasi diantaranya adalah yoghurt, susu asidofilus, kefir, dan koumiss. Namun, tidak semuanya beredar di Indonesia dalam bentuk siap minum. Bakteri *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dan

Streptococcus thermophilus sebagai kultur starter dalam fermentasi susu menghasilkan yoghurt yang selama ini sering dikonsumsi dan banyak tersedia di pasaran. Susu asidofilus menggunakan bakteri *Lactobacillus acidophilus*, sedangkan kefir diproduksi dengan bantuan beberapa mikroorganisme antara lain *Lactobacillus kefir*, beberapa genera dari *Leuconostoc*, *Lactococcus*, dan *Acetobacter*, serta beberapa jenis ragi yaitu *Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Saccharomyces exiguus*. Koumiss dihasilkan dari proses fermentasi oleh *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dan *Kluyveromyces marxianus*.

Susu yang difermentasi memiliki rasa dan aroma yang khas tergantung dari mikroorganisme yang dipakai. Karakteristik fisik dari beberapa jenis susu fermentasi berbeda-beda. Susu asidofilus, kefir, dan koumiss memiliki konsistensi cair seperti krim asam yang sedikit lebih kental dibanding susu segar karena hanya sedikit protein yang terkoagulasi oleh asam yang dihasilkan oleh mikroba. Kefir dan koumiss memiliki rasa seperti minuman berkarbonasi atau *effervescent* yang khas karena adanya CO₂ yang dihasilkan dari fermentasi alkohol oleh khamir. Kandungan alkohol pada kefir berkisar antara 0.5-1%, sedangkan pada koumiss berkisar antara 0.7-2.5% (Surono, 2004).

Menurut Surono (2004), mengatakan bahwa dalam memproduksi susu fermentasi yang baik perlu diperhatikan hal – hal sebagai berikut : susu segar bermutu tinggi, rendah kandungan cemaran bakterinya, dipasteurisasi dengan tepat, menggunakan kultur bibit (starter) yang aktif dan tepat, pendinginan yang cepat dan

sanitasi yang baik. Seleksi kultur starter dan kondisi fermentasi memegang peranan penting dalam proses susu fermentasi.

Kualitas susu fermentasi dapat ditingkatkan dengan penambahan sukrosa. Sukrosa merupakan salah satu bahan pemanis yang digunakan dalam pembuatan susu fermentasi. Pemanis lain yang biasa digunakan yaitu fruktosa, glukosa atau gliserol (Tamime, 2006).

2.4 Fermentasi

Fermentasi terbagi atas dua jenis, yakni homofermentatif dan heterofermentatif. Homofermentatif adalah fermentasi yang produk akhirnya hanya berupa asam laktat. Contoh homofermentatif adalah proses fermentasi yang terjadi dalam pembuatan yoghurt. Heterofermentatif adalah fermentasi yang produk akhirnya berupa asam laktat dan etanol sama banyak. Contoh heterofermentatif adalah proses fermentasi yang terjadi dalam pembuatan tape (Belitz, *et al.*, 2009).

Fermentasi kacang merah menjadi kefir menggunakan bakteri asam laktat (BAL) dan khamir *Candida kefir* yang bekerja sama secara simbiosis. Bakteri asam laktat menghasilkan asam laktat dari pemecahan glukosa. Khamir penting dalam proses fermentasi kefir karena menghasilkan senyawa etanol dan komponen pembentuk flavor sehingga menghasilkan cita rasa yang khas (Usmiati, 2007).

Proses fermentasi kefir hampir sama dengan proses fermentasi pada pembuatan yoghurt. Pada umumnya, proses fermentasi kefir (pada susu sapi) dilakukan dengan penambahan gula 10%, starter 3% dan diinkubasi selama 6 jam pada suhu 43°C

(Buckle *et al.*,1987). Menurut Usmiati (2007), fermentasi kefir juga dapat dilakukan pada suhu ruang sekitar 20-24 jam.

Pada proses fermentasi kefir, akan dihasilkan metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer adalah senyawa-senyawa kimia yang dihasilkan oleh mikroba dan dibutuhkan oleh mikroba tersebut untuk pertumbuhannya (Rahman, 1992). Metabolit primer antara lain asam laktat dan alkohol. *Lactobacillus bulgaricus* merupakan bakteri *homofermentatif* yang terutama memproduksi asam laktat melalui proses *glikolisis*/pemecahan glukosa, sedangkan *Candida kefir* dalam proses fermentasi akan menghasilkan alkohol dan karbondioksida. Metabolit sekunder adalah senyawa yang disintesis oleh mikroba tetapi tidak merupakan kebutuhan fisiologis pokok (Pawiroharsono, 2007). Salah satu metabolit sekunder yang dapat berfungsi sebagai antibakteri adalah *bacteriocin* yang dihasilkan pada fase *decay* yaitu fase pada saat substrat mulai habis pada lama fermentasi tertentu. Hal ini sesuai dengan penelitian pada antibiotik *rifamycin* yang dihasilkan oleh *Amycolaptosis mediterranei* (El Enshasy *et al.*, 2008).

Semakin lama fermentasi dan semakin banyak glukosa yang ditambahkan, mikroorganisme berkembangbiak semakin banyak, sehingga kemampuan mikroba (*Lactobacillus bulgaricus* dan khamir *Candida kefir*) memecah glukosa menghasilkan metabolit primer (asam laktat dan alkohol) dan metabolit sekunder (aktivitas antibakteri dan polifenol), semakin banyak (Astawan, 2008).

Menurut Uun Kunaepah (2008), Lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar alkohol karena semakin lama fermentasi semakin banyak mikroorganisme yang

aktif, dalam hal ini adalah khamir *Candida kefir*. Pada lama fermentasi 24 jam, kandungan total asam yang tinggi dari *Lactobacillus bulgaricus* akan menghambat pertumbuhan khamir *Candida kefir*, sehingga kemampuan *Candida kefir* untuk menghasilkan alkohol mulai menurun. Kadar alkohol pada penelitian ini adalah 0,47%-0,78%. Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat Surono (2004), bahwa kadar alkohol kefir adalah 0,5% -1,0%.

Gula yang terdapat di dalam susu difermentasi oleh bakteri *Streptococcus lactis* sehingga dihasilkan asam laktat yang menyebabkan turunnya pH. Penurunan pH ini mengendapkan protein susu. Reaksi tersebut terjadi pada waktu pembuatan keju. Asam yang dihasilkan dari fermentasi dengan adanya oksigen dapat dipecah lebih lanjut oleh ragi (Winarno *et al.*, 1980). Faktor –faktor yang mempengaruhi fermentasi yaitu substrat (medium), suhu, pH (keasaman), oksigen, jumlah mikroba, alkohol, garam dan air.

a. Substrat (Medium)

Medium fermentasi menyediakan semua zat gizi yang dibutuhkan oleh mikroba untuk memperoleh energi, pertumbuhan, bahan pembentuk sel dan biosintesis produk-produk metabolisme. Berbagai substrat dapat dipakai untuk melangsungkan fermentasi yaitu molases, sereal, pati, glukosa, sukrosa dan laktosa sebagai sumber karbon, sedangkan asam amino, protein, garam amonium, urea, nitrat, tepung kedelai dan sisa fermentasi sebagai sumber nitrogen. Disamping untuk memenuhi pertumbuhan sel dan pembentukan produk fermentasi, medium yang digunakan juga

akan berpengaruh terhadap pH, pembentukan buih, potensial oksidasi dan morfologi mikroba (Rahman, 1989).

b. Suhu

Suhu fermentasi sangat menentukan macam mikroba yang dominan selama fermentasi. Misalnya fermentasi pada pembuatan sayur asin sangat sensitif terhadap perubahan suhu. Jika konsentrasi asam yang dikehendaki telah tercapai, maka suhu dapat dinaikkan untuk menghentikan fermentasi. Pada pembuatan sayur asin terdapat 3 macam mikroba yang mengubah gula dari kubis menjadi asam asetat, asam laktat dan hasil lainnya. Mikroba tersebut adalah *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus cucumeris* dan *Lactobacillus pentoaceticus*. *Leuconostoc*, mempunyai suhu optimum 21°C, sedangkan *Lactobacillus* mempunyai suhu optimum yang lebih tinggi. Pada suhu di atas 21°C *Leuconostoc* tidak dapat tumbuh sehingga tidak terbentuk asam asetat, tetapi pada suhu ini akan terbentuk asam laktat oleh *Lactobacillus*.

c. Asam

Makanan yang mengandung asam biasanya tahan lama, tetapi jika oksigen cukup jumlahnya dan kapang dapat tumbuh serta fermentasi berlangsung terus, maka daya awet dari asam tersebut akan hilang. Pada keadaan ini mikroba proteolitik dan lipolitik dapat berkembang biak. Sebagai contoh misalnya susu segar yang pada umumnya akan terkontaminasi dengan beberapa macam mikroba, Dalam hal ini yang dominan mula-mula adalah *Streptococcus lactis*, sehingga dapat menghasilkan asam laktat. Tetapi pertumbuhan selanjutnya dari bakteri ini akan terhambat oleh keasaman yang dihasilkannya sendiri. Oleh karena itu bakteri tersebut akan menjadi inaktif

sehingga kemudian akan tumbuh bakteri jenis *Lactobacillus* yang lebih toleran terhadap asam daripada *Streptococcus*. *Lactobacillus* juga akan menghasilkan asam lebih banyak lagi sampai jumlah tertentu yang dapat menghambat pertumbuhannya. Selama pembentukan asam tersebut pH susu akan turun sehingga terbentuk "curd" susu (Winarno *et al.*, 1980).

Pada keasaman yang tinggi *Lactobacillus* akan mati dan kemudian tumbuh ragi dan kapang yang lebih toleran terhadap asam. Kapang akan mengoksidasi asam sedangkan ragi akan menghasilkan hasil-hasil akhir yang bersifat basa dari reaksi proteolisis, sehingga keduanya akan menurunkan asam sampai titik di mana bakteri pembusuk proteolitik dan lipolitik akan mencerna "curd" dan menghasilkan gas serta bau busuk.

d. Oksigen

Udara atau oksigen selama proses fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat pertumbuhan mikroba tertentu. Misalnya *Acetobacter* yang penting dalam pembuatan cuka adalah bakteri aerobik yaitu bakteri yang memerlukan oksigen, atau ragi yang menghasilkan alkohol dari gula akan lebih baik dalam keadaan anaerobik. Setiap mikroba membutuhkan oksigen yang berbeda jumlahnya untuk pertumbuhan atau membentuk sel-sel baru, dan untuk fermentasi. Misalnya ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan ragi anggur (*Saccharomyces ellipsoideus*) keduanya akan tumbuh lebih baik pada keadaan aerobik, tetapi keduanya akan melakukan fermentasi terhadap gula jauh lebih cepat pada keadaan anaerobik (Winarno *et al.*, 1980). *L. bulgaricus* merupakan bakteri yang bersifat

fakultatif anaerob, sedangkan, *C. kefir* adalah khamir yang bersifat aerob (Battcock and Azam-Ali, 1998).

e. Mikroba

Fermentasi biasanya dilakukan dengan menggunakan kultur murni yang dihasilkan di laboratorium. Kultur ini dapat disimpan dalam keadaan kering atau dibekukan, misalnya kultur murni dari bakteri asam laktat untuk membuat keju. Kadang-kadang tidak digunakan kultur murni untuk fermentasi selanjutnya tetapi menggunakan laru (starter) (Winarno, 1989).

Fermentasi timbul sebagai hasil metabolisme tipe anaerobik. Untuk hidup semua organisme membutuhkan sumber energi yang diperoleh dari metabolisme bahan pangan dimana organisme berada di dalamnya. Bahan baku energi yang paling banyak digunakan diantara mikroorganisme adalah glukosa. Beberapa mikroorganisme dapat mencerna bahan baku energinya tanpa adanya oksigen dan sebagai hasilnya bahan baku energi ini hanya sebagian yang di pecah. Zat – zat produk akhir ini termasuk sejumlah besar asam laktat, asam asetat dan etanol serta sejumlah kecil asam organik volatile lainnya, alcohol dan ester dari alcohol tersebut (Buckle *et al.*, 2010).

Organisme anaerobik juga menghasilkan energi, yaitu melalui reaksi – reaksi yang disebut fermentasi yang menggunakan bahan organik sebagai donor dan akseptor elektron. Bakteri anaerobik fakultatif dan bakteri anaerobik obligat menggunakan berbagai macam fermentasi untuk menghasilkan energi. Salah satu contohnya yang khas ialah fermentasi laktat. *Streptococcus lactis*, bakteri yang

menyebabkan asamnya susu, meragikan glukosa menjadi asam laktat, yang berakumulasi di dalam medium sebagai produk fermentasi satu – satunya. Melalui glikolisis, satu molekul glukosa diubah menjadi dua molekul asam piruvat disertai dengan pembentukan dua $\text{NADH} + \text{H}^+$. asam piruvat tersebut diubah menjadi asam laktat dalam reaksi tersebut. Energy yang dihasilkan dari reaksi ini tidak cukup untuk melangsungkan sintesis ATP (Pelczar, 1986).

Bakteri asam laktat memfermentasi gula melalui jalur – jalur yang berbeda sehingga dikenal sebagai homofermentatif, heterofermentatif atau fermentasi campuran asam. Homofermentatif hanya menghasilkan asam laktat sebagai produk akhir metabolisme glukosa dengan menggunakan jalur EMP. Dalam heterofermentatif akan dibentuk asam laktat, CO_2 , dan etanol atau asetat dari gula melalui jalur fosfoketolase. Nisbah etanol dan asetat yang dibentuk tergantung pada sistem potensial redoksnya. Jalur ini digunakan oleh heterofermentatif yang fakultatif, misalnya *Leuconostoc* (hidayat, 2006).

Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Terjadinya fermentasi ini dapat menyebabkan perubahan sifat bahan pangan sebagai akibat dari pemecahan kandungan-kandungan bahan pangan (Winarno *et al.*, 1980). Pada umumnya cara-cara pengawetan pangan ditujukan untuk menghambat atau membunuh mikroba sebaliknya fermentasi adalah suatu cara pengawetan yang mempergunakan mikroba tertentu untuk menghasilkan asam atau komponen lainnya yang dapat menghambat mikroba perusak lainnya. Fermentasi secara teknik dapat didefinisikan sebagai suatu proses oksidasi anaerobik

atau partial anaerobik dari karbohidrat dan menghasilkan alkohol serta beberapa asam. Namun banyak proses fermentasi yang menggunakan substrat protein dan lemak (Muchtadi, 1989). Prinsip fermentasi sebenarnya adalah mengaktifkan pertumbuhan dan metabolisme dari mikroba pembentuk alkohol dan asam, dan menekan pertumbuhan mikroba proteolitik dan lipolitik.