

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Susu Secara Umum**

Susu merupakan makanan pelengkap dalam diet manusia sehari-hari dan merupakan makanan utama bagi bayi. Ditinjau dari komposisi kimianya, susu merupakan minuman bergizi tinggi karena mengandung hampir semua zat gizi yang diperlukan tubuh manusia sehingga baik untuk dikonsumsi. Menurut Adnan (1984), susu merupakan bahan pangan yang tersusun oleh zat-zat makanan yang seimbang. Bakteri pada susu dapat menurunkan kualitas dan merusak sifat fisik atau kimianya, misalnya pengasaman dan penggumpalan akibat fermentasi laktosa menjadi asam laktat. Pada kebanyakan mamalia produksi enzim pencernaan laktase ini berangsur-angsur menurun seiring dengan semakin bertambahnya umur. Ini juga terjadi pada manusia. Ketidakmampuan mencerna laktosa ini menyebabkan intoleransi laktosa. Orang yang mempunyai masalah intoleransi laktosa tidak boleh mengonsumsi produk makanan dan minuman yang mengandung laktosa (Buckle, 1987).

Pada saat susu keluar setelah diperah, susu merupakan suatu bahan yang murni, higienis, bernilai gizi tinggi, mengandung sedikit kuman (yang berasal dari kambing) atau boleh dikatakan susu masih steril. Demikian pula bau dan rasa tidak berubah dan tidak berbahaya untuk diminum. Setelah beberapa saat berada dalam suhu kamar, susu sangat peka terhadap pencemaran sehingga dapat menurun kualitasnya. Kualitas susu ditentukan antara lain oleh jenis ternak dan keturunannya (hereditas), tingkat laktasi, umur ternak, peradangan pada ambing, nutrisi atau pakan ternak, lingkungan dan prosedur pemerahan susu. Sebagian bahan makanan susu mempunyai kelemahan yang perlu diperhatikan di dalam penanganannya.

Susu yang baik yaitu susu yang memenuhi persyaratan antara lain kandungan jumlah bakteri yang cukup rendah, bebas dari spora dan mikroorganisme penyebab penyakit, memiliki flavour yang baik, bersih, bebas dari debu atau kotoran (Darkuni, 2001). Susu merupakan makanan yang baik bagi pertumbuhan mikroba sehingga mengakibatkan kerusakan bahkan pembusukan bila tidak ditangani dengan tepat dan cepat. Oleh karena itu beberapa cara untuk menekan pertumbuhan mikroba khususnya bakteri yaitu proses pendinginan dan pemanasan (Fardiaz, 1989).

Kerusakan air susu terjadi apabila telah disimpan dalam kurun waktu yang melebihi batas. Kerusakan susu dapat disebabkan oleh faktor-faktor sebagai berikut, pertumbuhan dan aktifitas bakteri, aktifitas enzim, pemanasan atau pendinginan, parasit, serangga, tikus, sinar, udara dan lama penyimpanan, serta faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran bakteri dalam susu misalnya faktor penyakit dan faktor perlakuan seperti: alat yang digunakan tidak steril dan pemberian pakan kambing yang kurang bersih (Ressang dan Nasution, 1998).

Susu mengandung bermacam-macam unsur dan sebagian besar terdiri atas zat makanan yang juga diperlukan bagi pertumbuhan bakteri atau mikroorganisme. Oleh karena itu susu yang tidak segera disimpan dalam suhu rendah akan menunjang pertumbuhan bakteri secara cepat. Susu dalam ambung ternak yang sehat pun tidak dapat menjamin bebas dari mikroorganisme ataupun bakteri, dan mungkin dapat mengandung lebih dari 500 organisme per mililiter. Jika ambung itu sakit maka jumlah mikroorganisme meningkat lebih besar dari 20.000 sel/ml (Buckle, 1987).

Sifat-sifat susu terdiri dari sifat kimia dan sifat fisika. Misalnya rasa, bentuk, warna, dan bau. Warna susu dipengaruhi oleh jenis ternak, jenis pakan, jumlah lemak susu, dan persentase zat padat di dalamnya. Pemeriksaan fisik ditekankan pada BJ dan

angka refraksi pada susu. Pengujian secara kimia ditekankan untuk pengujian lemak dan bahan padat bukan lemak. Sedangkan pengujian secara biologi harus difokuskan untuk penghitungan jumlah bakteri susu dan karakterisasi aktifitas biokimianya (Hadiwiyoto, 1982).

Hal ini sesuai dengan pendapat Hastuti (2007) bahwa terdapat beberapa faktor abiotik yang dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri, antara lain: suhu, kelembapan, cahaya, pH, AW dan nutrisi. Apabila faktor-faktor abiotik tersebut memenuhi syarat, sehingga optimum untuk pertumbuhan bakteri, maka bakteri dapat tumbuh dan berkembang biak. Bakteri merupakan organisme kosmopolit yang dapat kita jumpai di berbagai tempat dengan berbagai kondisi di alam ini. Mulai dari padang pasir yang panas, sampai kutub utara yang beku kita masih dapat menjumpai bakteri.

Pengukuran jumlah sel adalah pengukuran dalam jumlah sel per unit volume biakan dapat dilakukan dengan cara langsung dan tidak langsung. Cara langsung (*total direct count*) dapat dilakukan dengan cara menghitung jumlah total sel bakteri, baik yang hidup maupun yang mati. Cara ini dapat dilakukan dengan menggunakan kamar penghitung khusus (*Petroff Hauser*) yang prinsip dasarnya seperti hemositometer dan sel hitung dibawah perbesaran mikroskop, atau dengan menggunakan *Electronic particle analyzer*, yaitu alat penghitung yang dapat mengukur distribusi jumlah sel bakteri dalam suspensi (Tim Mikrobiologi, 2003).

Sedangkan cara tidak langsung (*indirect viable count*), cara ini digunakan untuk menghitung sel yang hidup. Populasi bakteri yang akan dihitung diencerkan terlebih dahulu dengan menggunakan bahan nontoksik. Kemudian, dilakukan penamaan sampel pada cawan petri. Koloni yang tumbuh dihitung dan dianggap satu koloni berasal dari satu induk sel bakteri. Koloni bakteri yang dihitung adalah dipilih dari cawan petri

yang tidak terlalu sedikit, biasanya dipilih antara kisaran 30 -300 koloni (Tim Mikrobiologi, 2003).

Menurut Pelczar dan Chan (1986) seperti halnya makhluk hidup tingkat tinggi, untuk pertumbuhannya bakteri memerlukan suhu sebagai faktor perkembangbiakannya. Atas dasar suhu yang diperlukan untuk tumbuh, bakteri dapat terbagi dalam beberapa golongan yaitu:

1. Psikofil, (*cold loving bacteria*), yaitu bakteri yang tumbuh pada suhu antara (0 – 20<sup>0</sup> C). dengan suhu optimal 25<sup>0</sup>C. misalnya golongan mikroba laut
2. Mesofil (*moderate temperature loving bacteria*), yaitu bakteri yang tumbuh pada suhu (25<sup>0</sup> – 45<sup>0</sup>)C dengan suhu optimal 37<sup>0</sup>C, misalnya golongan bakteri patogen yang menyebabkan infeksi pada tubuh manusia. Namun terdapat sebagian bakteri yang termasuk golongan ini bersifat menguntungkan bagi manusia.
3. Termofil (*heat loving bacteria*), yaitu bakteri yang tumbuh pada suhu (50<sup>0</sup> – 60<sup>0</sup>C)

Suhu terendah di mana bakteri dapat tumbuh disebut *minimum growth temperature*. Sedangkan suhu tertinggi di mana bakteri dapat tumbuh dengan baik disebut *maximum growth temperature*. Suhu di mana bakteri dapat tumbuh dengan sempurna di antara kedua suhu tersebut disebut *suhu optimum* (Tim Mikrobiologi, 2003).

Suhu menentukan aktivitas enzim yang terlibat dalam aktivitas kimia. Peningkatan temperatur sebesar 10<sup>0</sup> C dapat meningkatkan aktivitas enzim sebesar dua kali lipat. Pada temperatur yang sangat tinggi akan terjadi denaturasi protein yang tidak dapat balik (*irreversible*), sedangkan pada temperatur yang sangat rendah aktivitas enzim akan berhenti. Pada temperatur pertumbuhan optimal akan terjadi kecepatan pertumbuhan optimal dan dihasilkan jumlah sel yang maksimal (Pratiwi, 2008).

## 2.2 Komposisi Susu

Susu segar adalah susu murni yang belum mengalami pemanasan, dan tidak ada penambahan bahan pengawet. Susu sapi segar mengandung air (87,25%), laktosa (6,2%), lemak (3,8%), kasein (2,8%), albumin (0,7%), dan garam-garaman (0,65%). Sedangkan pada susu kambing mengandung 3-4 % protein, 4-7 % lemak, 4,5 % karbohidrat, 134 gram kalsium, dan 111 gram forfor (dalam setiap 100 ml susu kambing). Susu kambing jenis Peranakan Etawa mengandung protein, lemak, karbohidrat, kalori, kalsium, fosfor, magnesium, besi, natrium, kalium, Vitamin A, B1 (IU), B2(mg), B6, B12, C, D, E, Niacin, V, asam pantotenant, Kolin dan Inositol (Dwidjoseputro, 1982).

Beberapa penelitian menunjukkan hasil dengan kisaran yang berbeda. Menurut Suhendar dkk (2008) Komposisi rata-rata susu sapi terdiri dari: Air 83,3 %, protein 3,2 %, lemak 4,3 %, karbohidrat 3,5 %, kalium 4,3 mg/100 gr, kalsium 143,3 mg/ 100 gr, fosfor 60 mg/100 gr, besi 1,7 mg/100 gr, vitamin A, SI 130, Vitamin B1 0,3 mg/100 gr dan vitamin C 1 mg/100 gr. Lemak tersusun dari trigliserida yang merupakan gabungan gliserol dan asam-asam lemak. Dalam lemak susu terdapat 60-75% lemak yang bersifat jenuh, 25-30% lemak yang bersifat tak jenuh dan sekitar 4% merupakan asam lemak *polyunsaturated*. Komponen mikro lemak susu antara lain adalah fosfolipid, sterol, tokoferol (vitamin E), karoten, serta vitamin A dan D. Kadar laktosa di dalam air susu adalah 6,2% dan ditemukan dalam keadaan larut. Laktosa terbentuk dari dua komponen gula yaitu glukosa dan galaktosa. Kadar laktosa dalam air susu dapat dirusak oleh beberapa jenis kuman pembentuk asam susu. Pemberian laktosa atau susu dapat menyebabkan diare atau gangguan-gangguan perut bagi orang yang tidak tahan terhadap laktosa. Hal ini disebabkan kurangnya enzim lactase dalam mukosa usus.

Pada penelitian lain Gusyana (2007) menunjukkan hasil yang berbeda. Lemak susu kambing terdiri dari asam lemak jenuh (*saturated*) sebanyak 2,667 gram, asam

lemak tak jenuh *monounsaturated* 1,109 gram, asam lemak tak jenuh *polyunsaturated* (0,149 gram), dan kolesterol 11,4 mg. Sedangkan asam aminonya terdiri dari tryptophan (0,044 gram), threonine (0,163 gram), isoleucine (0,207 gram), leucine (0,314 gram), lysine (0,29 gram), methionine (0,08 gram), cystine (0,046 gram), phenylalanine (0,155 gram), tyrosine (0,179 gram), valine (0,24 gram), arginine (0,119 gram), histidine (0,089 gram), alanine (0,118 gram), asam aspartat (0,21 gram), asam glutamate (0,626 gram), glycine (0,05 gram), proline (0,368 gram), dan serine (0,181 gram).

Pada beberapa penelitian mikroba starter yang didapatkan dari susu sapi menunjukkan bahwa mikroba-mikroba tersebut tahan dengan pH rendah. Diketahui bahwa pH susu sapi kurang lebih berkisar 5,8 – 6. Sedangkan pada susu kambing pHnya mencapai 6,9 – 7,3. Hal ini merupakan salah satu faktor penyebab keanekaragaman bakteri asam laktat dalam susu kambing sedikit rendah (Anguirre and Colins 1993).

Table 2.2 Komposisi Susu Kambing

Komposisi	Kambing	Sapi	ASI
Air	83-87,5	87,2	88,3
Hidrat arang	4,6	4,7	6,9
Energi KCL	67	66	69,1
Protein	3,3-4,9	3,3	1
Lemak	4,0-7,3	3,7	4,4
Ca (mg)	129	117	33
P (mg)	106	151	14
Fe (mg)	0,05	0,05	0,05
Vit. A. (mg)	185	138	240
Rhiboflamin	0,14	0,17	0,04
Niacin (mg)	0,3	0,08	0,2
Vit. B-12	0,07	0,36	0,84
Thiamin mg)	0,04	0,03	0,01

Sumber : Balai Penelitian Veteriner, Bogor.

Susu kambing mengandung laktosa sekitar 4,23 %. Laktosa atau gula susu itu terlarut dalam susu sehingga memberikan rasa manis. Laktosa dapat dipisahkan dari cairan susu setelah kasein (protein) yang dapat digunakan untuk pembuatan keju. Manfaat laktosa sama dengan karbohidrat, tetapi harus dipecahkan dahulu menjadi glukosa dan galaktosa oleh enzim laktosa dari alat pencernaan (Sarwono, 2007. 75).

### **2.3 Kelebihan Susu Kambing Dibandingkan dengan Susu Sapi**

Susu kambing tidak mengandung *beta-lactoglobulin*. Senyawa alergen itu sering disebut sebagai pemicu reaksi alergi seperti asma, bendungan saluran pernapasan, infeksi radang telinga, eksim, kemerahan pada kulit, dan gangguan pencernaan makanan. Meski tidak membawa dampak alergi atau berisiko rendah menimbulkan alergi, jangan mengartikan susu kambing dapat dijadikan obat untuk menghilangkan reaksi alergi. Sekalipun ada beberapa kasus alergi hilang karena mengonsumsi susu kambing (Darmajati, 2008).

Rantai asam lemak susu kambing lebih pendek dibanding susu sapi sehingga lebih mudah dicerna dan diserap sistem pencernaan manusia. Kandungan asam kaprik dan kapriliknya mampu menghambat infeksi terutama yang disebabkan oleh cendawan *Candida*. Susu kambing juga tidak mengandung aglutinin yaitu senyawa yang membuat molekul lemak menggumpal seperti pada susu sapi. Itu sebabnya susu kambing mudah diserap usus halus (Darmajati, 2008).

Menurut Rachman (2009) Beberapa kelebihan susu kambing dibanding dengan susu mamalia lain adalah :

1. Kaya protein, enzim, mineral, vitamin A, dan vitamin B (riboflavin). Beberapa jenis enzim juga terdapat dalam susu kambing, antara lain : ribonuklease, alkalin fosfate,

lipase, dan xantin oksidase. sementara beberapa mineral yang terkandung dalam susu kambing yaitu kalsium, kalium, magnesium, fosfor, klorin dan mangan.

2. Mengandung antiantritis (inflamasi sendi).
3. Mempunyai khasiat untuk mengobati demam kuning, penyakit kulit, gastritis (gangguan lambung), asma, dan insomnia (sulit tidur).
4. Molekul lemaknya kecil sehingga mudah dicerna.
5. Bila disimpan di tempat dingin, tidak merubah kualitas khasiatnya.
6. Mempunyai sifat antiseptik, alami dan umumnya membantu menekan pembiakan bakteri dalam tubuh. Hal ini disebabkan adanya florin yang kadarnya 10-100 kali lebih besar dibanding pada susu sapi. Florin merupakan antiseptik alami yang mengandung elemen pencegah tumbuhnya bakteri di dalam tubuh sehingga dapat mempertinggi kekebalan tubuh. Oleh karena itu susu kambing tidak boleh dipanaskan lebih dari 60° C karena bakteri menguntungkan dalam susu itu akan mati.

Isolasi bakteri asam laktat dilakukan untuk menghasilkan antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Dengan mengetahui aktivitas antimikroba terhadap bakteri tertentu sangat penting peranannya dalam meningkatkan produksi ternak maupun mencegah terkontaminasinya produk-produk perternakan oleh bakteri (Iqbal, 2008).

Faktor penyimpanan susu berperan terhadap spora yang tumbuh mencemari susu, oleh karena itu sesaat setelah susu diperah harus segera disimpan pada suhu rendah. Menurut penelitian-penelitian sebelumnya sebaiknya susu dan produk susu yang dipasteurisasi perlu disimpan dalam kulkas (lemari es) dengan suhu kurang dari 10°C, agar pertumbuhan mikroba dapat dihambat (Sunarlim, 2001:371-378).

Menurut Prangdimurti (2001), syarat mikroorganisme menjadi suplemen makanan yang efektif dalam memberi efek kesehatan antara lain: berasal dari hewan ternak

maupun manusia, stabil terhadap asam maupun cairan empedu, dapat menempel pada sel intestin manusia, dapat berkolonisasi di saluran pencernaan manusia, memproduksi senyawa antimikroba, dapat melawan bakteri patogenik dan kariogenik, telah teruji secara klinis aman dikonsumsi, serta tetap hidup selama pengolahan dan penyimpanan. Selain itu, konsumsi harus dilakukan secara teratur sebanyak 100-150 ml produk (berisi  $10^6$ /ml bakteri hidup) setiap 2 atau 3 kali seminggu. Dengan banyaknya keunggulan yang terdapat pada bakteri asam laktat, bakteri yang diisolasi dapat melindungi tubuh dari bakteri penyebab kanker khususnya pada usus.

#### 2.4 Pengertian Asam Laktat

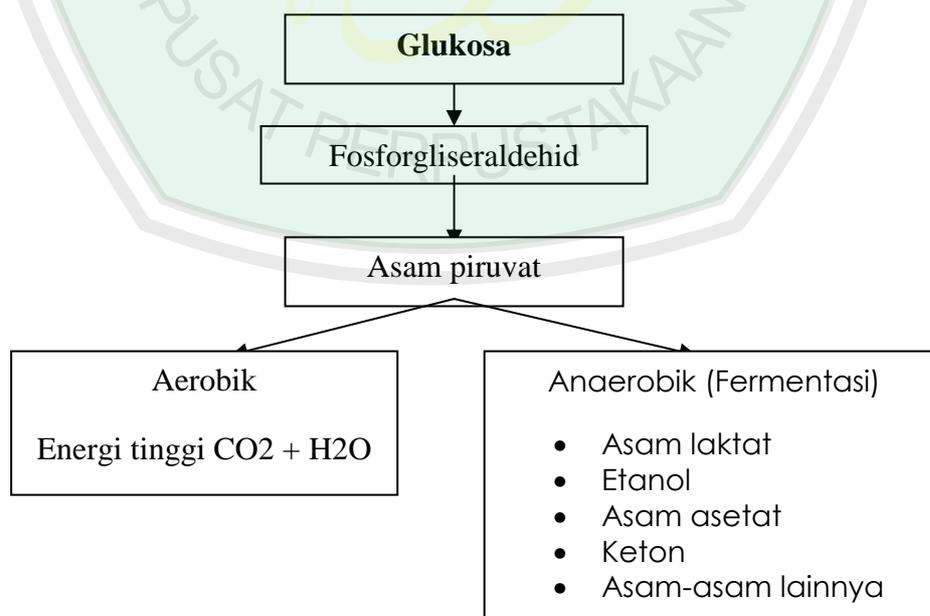
Laktosa adalah bentuk disakarida dari karbohidrat yang dapat dipecah menjadi bentuk lebih sederhana yaitu galaktosa dan glukosa. Laktosa ada di dalam kandungan susu, dan merupakan 2-8 persen bobot susu keseluruhan. Mamalia yang baru dilahirkan disusui oleh induknya. Air susu ini kaya dengan laktosa. Untuk mencerna air susu digunakan enzim laktase. Enzim ini membelah molekul laktosa menjadi dua bagian: glukosa dan galaktosa, yang kemudian dapat diserap usus. Asam laktat (Nama IUPAC: asam 2-hidroksipropanoat ( $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ ), dikenal juga sebagai asam susu) adalah senyawa kimia penting dalam beberapa proses biokimia. Reaksi glukosa menjadi asam laktat adalah sebagai berikut:

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{enzim}} 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OCOOH} + \text{Energi}$$

Perubahan laktosa menjadi asam laktat ini karena adanya aktivitas enzim yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat serta senyawa-senyawa yang terkandung dalam susu seperti albumin, kasein sitrat, dan fosfat. Bakteri yang berperan di dalam perubahan laktosa menjadi asam laktat disebut bakteri asam laktat (Prangdimurti, 2001).

Laktosa sebagian besar terdiri dari gula susu yang berbentuk cair dan itulah yang menyebabkan susu terasa sedikit manis. Karena unsur pemanisnya memang rendah (manis laktosa berbanding 1/6 manis sukrosa). Laktosa merupakan sumber panas yang terdapat pada susu. Laktosa pula yang berubah menjadi asam laktat, yang membantu dalam proses kaseasi (pembekuan menjadi keju). Bakteri asam laktat akan merubah laktosa menjadi asam laktat. (Basid, 2006:153).

Distribusi bakteri asam laktat di alam sangat bergantung pada ketersediaan nutrisi terutama laktosa, karena kelompok bakteri ini membutuhkan nutrisi yang sangat banyak untuk melangsungkan hidupnya. Secara alami bakteri asam laktat dapat dijumpai pada susu dan tempat-tempat dimana susu itu diproses. Bakteri yang menghasilkan sejumlah besar asam laktat sebagai hasil akhir dari metabolisme karbohidrat. Asam laktat yang dihasilkan dengan cara tersebut akan menurunkan nilai pH dari lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam. Ini juga yang menghambat pertumbuhan dari beberapa jenis mikroorganisme lainnya (Bachrudin *et al.*, 2000).



Gambar 2.4. Jalur Embden Meyerhoff atau glikolisis, (Purnomo, 2007)

Faktor-faktor yang menentukan kemampuan penyerapan mikotoksin oleh bakteri asam laktat adalah: (1) nilai pH, dimana semakin rendah pH semakin efektif penyerapan dilakukan, (2) konsentrasi BAL, dimana semakin tinggi konsentrasi semakin efektif penyerapan dilakukan, (3) strain BAL, beberapa galur bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus plantarum*, *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. bulgaricus* memiliki kemampuan pengikatan hingga lebih dari 60% (4) konsentrasi awal mikotoksin, dimana pada cemaran 5 ppb hampir semua mikotoksin mampu diserap oleh bakteri asam laktat, (6) kadar substrat penghambat proses pengikatan seperti urea, dimana semakin sedikit konsentrasi substrat penghambat semakin tinggi peluang pengikatan mikotoksin (Simanjuntak, 2008:238).

## **2.5 Macam-macam Bakteri Asam Laktat**

Bakteri dapat ditemukan dimana saja. Untungnya sebagian besar bakteri tidak berbahaya walaupun dalam jumlah yang sangat besar dapat menyebabkan makanan menjadi busuk, mengeluarkan bau yang tidak enak, berlendir, menjadi asam, memproduksi gas dan menimbulkan efek-efek lain yang tidak dikehendaki. Bakteri memang menjadi penyebab utama terjadinya pembusukan makanan. Selain itu, bakteri juga memiliki aspek-aspek menguntungkan karena diperlukan keberadaannya di berbagai proses pengolahan pangan yang disebut fermentasi. Misalnya bakteri yang digunakan dalam industri pembuatan keju, yogurt, sauerkraut (asinan kol), serta daging-daging yang diperam dengan cara yang kering. Dalam proses fermentasi bakteri diperlukan untuk tujuan mengembangkan rasa dan bau harum, serta menghasilkan beberapa asam tertentu seperti asam laktat dan asam asetat yang dapat bersifat mengawetkan produk ( Winarno, 1994. 6-7).

Bakteri asam laktat diisolasi untuk menghasilkan antimikroba yang dapat digunakan sebagai probiotik. Probiotik yaitu mikroba hidup yang bila dikonsumsi akan menimbulkan efek terapeutik pada tubuh dengan cara memperbaiki keseimbangan mikroflora dalam saluran pencernaan (Fueller, 1989). Manfaat kesehatan dan terapeutik diperoleh akibat terbawanya bakteri-bakteri hidup ke dalam saluran pencernaan yang mampu memperbaiki komposisi mikroflora usus (Prangdimurti, 2001).

Produk makanan probiotik yang telah lama dikenal antara lain produk susu fermentasi oleh bakteri asam laktat (*Lactobacilli* dan *Bifidobacterium*) seperti yogurt, yakult, susu *Acidofilus* dan lain-lain. Identifikasi sangat penting mengingat produk lanjut yakni yogurt dan makanan probiotik lain yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Mikroorganisme probiotik yang digunakan secara oral lebih tahan terhadap enzim dalam mulut (amilase, lisozim) terhadap enzim pepsin atau lipase dan pH rendah (konsentrasi HCL tinggi) pada lambung, konsentrasi asam empedu, getah pankreas dan mucus pada usus halus. Untuk itu perlu kriteria seleksi strain mikroba. Beberapa studi pendahuluan diketahui sifat-sifat umum BAL. Sifat-sifat umum BAL itu antara lain bentuk batang atau bulat (coccus), sifat gram positif, katalase negatif, endospora negatif, motilitas negatif, dan mampu menghasilkan asam laktat (Purnomo, 2007).

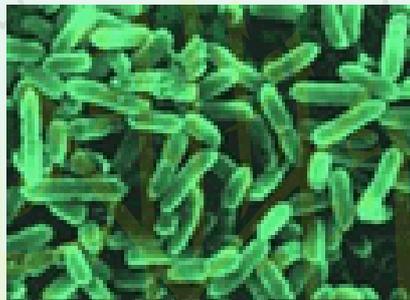
Dua kelompok kecil mikroorganisme dikenal dari kelompok ini yaitu organisme-organisme yang bersifat homofermentative dan heterofermentative. Jenis homofermentative yang terpenting menghasilkan hanya asam laktat dari mikroorganisme gula, sedangkan jenis-jenis heterofermentative disamping menghasilkan asam laktat bakteri ini juga menghasilkan karbondioksida dan sedikit asam-asam volatile lainnya, alkohol dan ester. Beberapa jenis yang penting dari bakteri asam laktat adalah sebagai berikut:

1. *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus lactis* dan *Streptococcus cremoris*. Semuanya ini adalah bakteri gram positif, berbentuk bulat (coccus) yang terdapat sebagai rantai dan semuanya mempunyai nilai ekonomis penting dalam industri susu
2. *Pediococcus cerevisiae*. Bakteri ini adalah gram positif berbentuk bulat (coccus), khususnya terdapat berpasangan atau berempat (tetrads). Walaupun jenis ini tercatat sebagai perusak bir dan anggur, bakteri ini berperan penting dalam fermentasi daging dan sayuran
3. *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc dextranicum*. Bakteri ini adalah gram positif berbentuk bulat yang terdapat secara berpasangan atau rantai pendek. Bakteri-bakteri ini berperan dalam perusakan larutan gula dengan produksi pertumbuhan dekstran berlendir. Walaupun demikian, bakteri-bakteri ini merupakan jenis yang penting dalam permulaan fermentasi sayuran dan juga ditemukan dalam sari buah, anggur dan bahan pangan lainnya.
4. *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus delbrueckii*. Organisme-organisme ini adalah bakteri berbentuk batang, termasuk bakteri Gram positif dan sering membentuk pasangan dari rantai sel-selnya. Jenis ini umumnya lebih tahan terhadap keadaan asam daripada jenis-jenis *Pediococcus* atau *Streptococcus* dan oleh karenanya menjadi lebih banyak terdapat pada tahapan terakhir dari fermentasi tipe asam laktat. Bakteri-bakteri ini penting sekali dalam fermentasi susu dan sayuran.

Anguirre dan Colins (1993, 75: 95-107) menyatakan bahwa bakteri asam laktat terdiri atas 4 genus, yaitu *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, dan *Pediococcus*. Genus *Lactobacillus* mempunyai ciri-ciri: bakteri berbentuk batang (*rod*), Gram positif. Berdasarkan pada klasifikasi bakteri asam laktat revisi terbaru, ada 10 genera yang termasuk dalam kelompok bakteri asam laktat, yaitu *Aerococcus*, *Carnobacterium*,

*Enterococcus, Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc, Pediococcus, Streptococcus, Tetragenococcus, dan Vagococcus* (Rahayu dan Magino, 1997).

Bakteri *Lactobacillus* memiliki habitat asli (sumber isolasi) membran mukosa dari hewan atau manusia, tanaman, limbah, makanan terfermentasi misalnya susu asam, adonan yang asam, dll. Contoh : *Lactobacillus salivarius, Lactobacillus plantarum, L. casei, L. acidophilus, L. rhamnosus, Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus sporogenus* dll. *Bifidobacteria*. Pertama kali diisolasi dari feses atau kotoran bayi yang hanya minum air susu ibu (ASI) (Amudi, 2007).



Gambar 2.5 Bakteri asam laktat *Lactobacillus*  
(Amudi, 2007)

Menurut Misgiyarta dan Widowati (2002) BAL telah banyak diteliti serta dikoleksi oleh peneliti dan praktisi industri di dalam dan luar negeri. Namun demikian, eksplorasi BAL yang banyak terdapat di alam Indonesia perlu untuk menambah koleksi mikroba. BAL yang banyak tersebar di alam Indonesia ini dapat diisolasi dari berbagai sumber antara lain kobis busuk, asinan sawi, sawi busuk, kacang panjang busuk, selada busuk, tomat busuk, limbah tahu, feses bayi, feses sapi, susu terkontaminasi, susu kedelai, pisang busuk, pepaya busuk, nanas busuk, dan sirsak busuk. Penelitian Davis dan Gasson (1981) menghasilkan BAL spesies *Streptococcus sp.* yang diisolasi dari susu sapi. Menurut Amudi (2007) BAL yang digunakan dalam fermentasi perlu diseleksi untuk

memperoleh isolat yang memiliki kemampuan unggul, sehingga memiliki kelebihan-kelebihan:

1. Memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap kondisi lingkungan sehingga memiliki tingkat efisiensi yang tinggi.
2. Ketersediaan mikroba terjamin, sebab bersumber dari lingkungan alam Indonesia yang dapat diisolasi dari banyak sumber.
3. Memungkinkan dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat dengan biaya yang relatif murah untuk industri besar, maupun industri kecil

## **2.6 Manfaat Bakteri Asam Laktat**

Selain asam laktat, BAL juga menghasilkan berbagai senyawa metabolit, diantaranya adalah hidrogen peroksida, bakteriosin, enzim  $\beta$ -galactosidase, enzim Bile Salt Hidrolase, vitamin, eksopolisakarida, peptida spesifik dalam  $\beta$ -casein (dan asam lemak rantai pendek, yang jumlahnya spesifik pada tiap strain bakteri. Berbagai jenis senyawa metabolit ini umumnya memberikan manfaat positif terhadap kesehatan manusia, yaitu menjaga kesinambungan mikroflora saluran pencernaan dan mencegah berbagai penyakit degeneratif. Di samping senyawa metabolit yang dihasilkan BAL, bakteri asam laktat sendiri juga memegang peranan dalam meningkatkan kesehatan, terutama dinding sel bakteri asam laktat diketahui dapat mengikat senyawa mutagen dan karsinogen pemicu kanker, dan juga dapat menyerap kolesterol, yaitu membran selnya. Manfaat bakteri asam laktat antara lain sebagai berikut:

1. Mencegah dan mengatasi diare. Bakteri asam laktat berguna dalam mencegah dan memperpendek durasi pada beberapa tipe diare. Bakteri asam laktat dapat menurunkan diare dengan beberapa cara: bakteri asam laktat berkompetisi dengan patogen dalam memperebutkan nutrisi dan ruang di usus, hasil produk metabolisme

yang berpengaruh secara langsung melawan patogen, bakteri asam laktat efektif melawan diare berkaitan dengan pengaruhnya terhadap sistem imun.

2. Meningkatkan pencernaan laktosa. Bakteri asam laktat khususnya *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* yang terdapat pada yoghurt, meningkatkan pencernaan laktosa. Beberapa mekanisme yang mungkin untuk meningkatkan pencernaan laktosa antara lain: aktivitas enzim laktase dari bakteri tersebut bekerja mencerna laktosa ketika mencapai usus dan waktu tunggu yang lambat dari yoghurt memberi kesempatan yang besar bagi enzim laktase untuk mencerna laktosa.
3. Efek pada sistem imun, yang membantu sel-sel darah putih melawan penyakit. Bakteri asam laktat meningkatkan fungsi imun sistem pada tingkat intestinal dan sistemik. Pada manusia, bakteri asam laktat dapat meningkatkan: Limfosit B atau sel B, aktivitas fagosit, Ig A, Ig G dan Ig M, serum Ig A, dan Interferon
4. Efek hipokolesterolemia. Beberapa strain *Lactobacillus acidophilus* dapat mengambil kolesterol di kelenjar empedu. Riset in vitro menunjukkan bahwa kolesterol dapat menstimulasi garam empedu bebas dengan kehadiran *Lactobacillus* khususnya pada kondisi lingkungan asam.
5. Mengurangi konstipasi. Produk susu fermentasi dengan beberapa strain *Lactobacillus* dan *Bifidobacteria* memperpendek waktu transit usus. Efek ini dapat berguna untuk mereka yang menderita konstipasi, seperti pada dewasa. Studi pada manusia terus dilakukan dan diperlukan untuk membuktikannya.
6. Mencegah kanker kolon. Beberapa bakteri asam laktat mungkin membantu mencegah inisiasi kanker kolon. Hal ini juga telah ditunjukkan bahwa bakteri asam laktat memperlambat pertumbuhan kanker pada eksperimen. Mutagen dan karsinogen diikat oleh peptidoglikan yang terdapat pada dinding sel BAL. Dengan

demikian mutagenesis sel tidak terjadi dalam tubuh. Jadi secara tidak langsung dapat dikatakan bahwa melalui mekanisme ini BAL mencegah terjadinya penyakit kanker. efek antitumor dari BAL juga disebabkan oleh penghambatan aktivitas enzim  $\beta$ -glucuronidase, azoreductase dan nitroreductase dan penghambatan pertumbuhan bakteri penghasil enzim-enzim yang mengkonversi senyawa-senyawa prokarsinogen menjadi karsinogen.

7. Menurunkan infeksi urogenital. Bakteri asam laktat dapat menurunkan infeksi-infeksi vagina oleh *Candida*. Sebuah studi menunjukkan bahwa wanita dengan kandidiasis vaginal rekuren yang mengkonsumsi 8 oz yoghurt perhari yang berisi *L. acidophilus* mengalami sedikit kejadian kandidiasis vaginal daripada kelompok kontrol yang tidak mengkonsumsi yoghurt.
8. Mengatasi tukak lambung. Bakteri asam laktat dapat mengatasi tukak lambung. Pada penelitian dengan strain spesifik *L. acidophilus* menunjukkan bahwa *L. acidophilus* bersaing secara efektif (in vitro) melawan *Helicobacter pylori* untuk memperebutkan lokasi penempelan, membatasi jumlah *H. pylori* yang dapat menempel pada dinding sel.

Pemanfaatan mikroba sebagai agen bioteknologi makin meningkat, karena beberapa hal antara lain (1) perbanyakannya mudah dan dapat dikendalikan, (2) substrat pertumbuhan relatif murah, bahkan dapat menggunakan limbah pertanian, (3) dapat menghasilkan enzim yang cukup banyak sehingga potensial dikembangkan untuk skala industri. Bakteri digolongkan menjadi dua, yaitu bakteri yang menguntungkan dan bakteri yang merugikan. Bakteri asam laktat (BAL) merupakan bakteri yang menguntungkan. Pemanfaatan mikroba dalam proses fermentasi telah dikenal turun temurun sejak ribuan tahun yang lalu. Teknologi fermentasi merupakan salah satu cara pengolahan dan pengawetan makanan, baik secara konvensional maupun modern, dengan memanfaatkan

mikroba baik langsung maupun tidak langsung. Dalam proses fermentasi, mikroba maupun enzim yang dihasilkan dapat menstimulir flavor yang spesifik, meningkatkan nilai cerna bahan pangan, menurunkan kandungan antigizi atau bahan lain yang tidak dikehendaki (Bachrudin *et al.*, 2000).

*Lactobacillus* dan *Bifidobacteria* merupakan bakteri asam laktat yang sangat vital perannya dalam usus. Seorang ilmuwan Rusia penerima hadiah Nobel tahun 1903, Ellie Metchnikoff, mengatakan bahwa proses penuaan manusia merupakan suatu proses intoksikasi (peracunan) kronis yang disebabkan oleh beberapa senyawa 'busuk' yang dihasilkan bakteri yang terdapat di dalam usus. Ia juga mengatakan bahwa sejumlah penyakit dapat dicegah bila kita bisa menjaga keseimbangan flora usus ke arah bakteri asam laktat yang menguntungkan (Winarno, 2005).

Pada sebagian besar industri pangan, bakteri asam laktat telah digunakan secara luas sebagai agen biokontrol untuk meningkatkan keamanan pangan yang direfrigerasi tanpa penambahan asam. Peranan bakteri asam laktat adalah untuk memperbaiki cita rasa, tetapi bakteri asam laktat ini ternyata juga memiliki efek pengawetan pada produk fermentasi yang dihasilkan. Bakteri asam laktat dapat memproduksi dan melakukan sekresi berupa senyawa penghambat selain asam laktat dan asam asetat, seperti hidrogen peroksida, bakteriosin, antibiotik, dan reuterin yang kurang dikenal atau belum terungkap kemampuannya sebagai senyawa penghambat (Bachrudin *et al.*, 2000).

Bakteri asam laktat terutama dari kelompok *Bifidobacteria* dan beberapa spesies *Laktobacili* telah diketahui mempunyai peranan penting dalam menjaga fungsi fisiologis dan kesehatan manusia yaitu berfungsi menjaga sistem kekebalan tubuh. Sepanjang hari bakteri-bakteri ini akan mengidentifikasi mikroorganisme patogen berbahaya dan bahan-bahan asing lainnya yang ada dalam tubuh kita. Selama proses ini, sel kekebalan dan

antibodi akan bekerja bersama dalam aliran darah untuk menghentikan sebaran virus dan bakteri jahat (Pato, 2003).

Manfaat kesehatan dan terapeutik diperoleh akibat terbawanya bakteri-bakteri hidup ke dalam saluran pencernaan yang mampu memperbaiki komposisi mikroflora usus sehingga mengarah pada dominansi bakteri-bakteri yang menguntungkan kesehatan (Prangdimurti, 2001). Pangan probiotik yang telah lama dikenal antara lain produk susu fermentasi oleh bakteri asam laktat (*Lactobacilli* dan *Bifidobacterium*) seperti yogurt, yakult, susu *Acidofilus* dan lain-lain.

## **2.7 Susu Kambing Dalam Islam**

Mengonsumsi makanan dan minuman sehat sangat dianjurkan dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan tubuh. Sesuai dengan sunnah Rasulullah SAW, dan beliau juga mengajarkan pola makan yang sehat. Allah SWT. telah berfirman bahwa susu adalah minuman yang disediakan-Nya bagi manusia. Allah juga menyebutkan bahwa minuman susu itu mudah ditelan oleh manusia. Dalam istilah ilmu gizi tentunya mudah ditelan ini maksudnya adalah mempunyai arti fisiologis yang baik. Tidak mungkin Allah menjerumuskan hamba-hamba-Nya dengan menunjukkan sumber minuman yang justru menimbulkan berbagai macam penyakit. Maka dalam kontroversi manfaat ataukah kerugian yang akan kita rasakan sesudah mengonsumsi susu perlu dikaji secara menyeluruh, bukan hanya untuk satu segar jenis gangguan kesehatan semata (Rachman, 2002).

Dalam kisah perjalanan Nabi pada peristiwa Isra', setelah Nabi Muhammad SAW. melakukan shalat berjama'ah di masjid Al Aqsha, sebelum naik ke dalam kendaraan interplanet yang akan mengantarkan beliau kesuatu tempat yang telah

ditentukan oleh Allah SWT., beliau disodori tiga macam minuman oleh malaikat Jibril, yaitu: arak, air dan puan (susu). Kemudian beliau memilih susu, yang kemudian pilihan beliau tersebut dibenarkan oleh malaikat Jibril. Hal ini memberi pelajaran kepada kita sekalian, bahwa untuk menjaga stabilitas ketenangan dan ketenteraman jiwa yang menjadi faktor penentu bagi kebahagiaan hidup yang hakiki, seseorang dituntut oleh agama Islam agar selalu menjaga dirinya dengan makanan dan minuman yang halal dan bagus bagi kesehatan tubuh, sebagaimana susu yang halal menurut ajaran agama Islam dan bagus menurut ahli kesehatan karena padat gizi (Khalid, 1987. hlm 215-216).

Besarnya konsumsi susu segar oleh kaum muslimin selama ini bisa jadi hanya disebabkan oleh keterbatasan ilmu manusia yang keliru dalam menafsirkan ayat tentang susu dalam Al Qur'an sebagai susu ternak apa saja termasuk sapi, sedangkan seharusnya adalah susu kambing. Bukti-bukti ilmiah tentang manfaat susu kambing terhadap kesehatan sebetulnya telah diperoleh manusia, hanya saja secara umum publikasinya masih kalah dibandingkan dengan susu sapi (Rachman, 2002).

Al-Qur'an telah menuliskan bahwa susu diperoleh dari hewan ternak yang sengaja diambil untuk dikonsumsi manusia. Susu segar ini dapat dikonsumsi apabila dalam keadaan steril atau bersih. Begitu pula dengan susu kambing, dikatakan layak konsumsi karena komponen yang ada di dalamnya sangat dibutuhkan manusia sebagai asupan gizi. Tidak jarang pula orang mengonsumsi susu kambing dalam rangka mengobati penyakit misalnya asma. Menurut Islam semua makanan dan minuman yang halal, bersih, mengobati penyakit dan tidak menganfung mudhorot menjadi layak konsumsi. Semuanya seperti yang telah ada dalam ayat Al-Qur'an surat An-Nahl ayat 66, sebagai berikut:

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً نُسَقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهِ مِنْ بَيْنِ فَرْثٍ وَدَمٍ لَبْنَا خَالِصًا  
سَائِغًا لِلشَّارِبِينَ ﴿٦٦﴾

Artinya: “Dan Sesungguhnya pada binatang ternak itu benar-benar terdapat pelajaran bagi kamu. kami memberimu minum dari pada apa yang berada dalam perutnya (berupa) susu yang bersih antara tahi dan darah, yang mudah ditelan bagi orang-orang yang meminumnya.”(An-Nahl ayat : 66)

Ayat ini mengarahkan perhatian kita untuk memperhatikan keagungan-keagungan ciptaan Allah SWT. Dalam ayat tersebut dikatakan bahwa Allah menciptakan hewan ternak yang dapat mengeluarkan susu yang sangat murni dan bersih dari antara kotoran dan darah. Ilmu fisiologi menjelaskan bahwa melalui sistem pencernaannya memproses makanan dan menyerap sari-sarinya untuk memenuhi kebutuhan hidup di dalam tubuhnya. Kemudian sari-sari tersebut berubah menjadi darah dan mengalir melalui pembuluh-pembuluh darah dalam tubuhnya untuk didistribusikan kepada sel-sel tubuh termasuk kelenjar susu (Abdushshamad, 2003).

Kelenjar yang terdapat di dalam kantong susu mengambil unsur-unsur yang diperlukan sebagai bahan dasar susu. Sehingga pada akhirnya dikeluarkanlah susu murni dengan warna dan cita rasa yang khas. Dengan demikian, ilmu pengetahuan modern menunjukkan dan membuktikan bahwa susu yang lezat ternyata keluar dari kotoran dan darah. Proses ini terus terjadi setiap detik dalam tubuh hewan yang sudah dalam fase laktasi. Seperti juga halnya proses dalam tubuh hewan yang mengubah rumput, biji-bijian, dan pakan ternak lainnya menjadi susu murni yang kaya gizi dan sangat baik dikonsumsi oleh manusia (Abdushshamad, 2003).

Bakteri starter probiotik biasanya tercampur dengan media pertumbuhannya. Menurut Fatwa MUI, media harus jelas kehalalannya. Media pertumbuhan yang sering digunakan adalah susu, gula susu atau laktosa, susu skim, tween 80, trehalose, vitamin C, sumber N misal yeast extract dll. Mengenai tentang kehalalan starter yang diambil dari kotoran bayi maupun kotoran ternak meskipun sudah melalui tahap pengenceran berkali-kali, hal ini masih dikaji oleh Komisi Fatwa. Hasil kajian cenderung untuk memperbolehkan karena dapat dipastikan probiotik tersebut sudah terbebas dari bahan najis mengingat sudah diencerkan ratusan ribu kali dan dimurnikan berkali-kali (Amudi, 2007).

Jelas telah tersirat dan tersurat dalam kitab suci Al-Qur'an bahwa susu adalah makanan dan minuman yang halal untuk dikonsumsi. Islam memiliki aturan yang sangat komprehensif terkait dengan hal ini. Islam memerintahkan kaum muslimin untuk makan dan minum. Dan pedoman dalam hal ini sangatlah jelas, Allah tidak menciptakan segala sesuatu dengan sia-sia. Allah juga berfirman dalam surat Al Mu'minin ayat 21 sebagai berikut:

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً ۚ نُسْقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهَا  
وَلَكُمْ فِيهَا مَنَافِعُ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴿٢١﴾

Artinya: "Dan Sesungguhnya pada binatang-binatang ternak, benar-benar terdapat pelajaran yang penting bagi kamu, Kami memberi minum kamu dari air susu yang ada dalam perutnya, dan (juga) pada binatang-binatang ternak itu terdapat faedah yang banyak untuk kamu, dan sebagian daripadanya kamu makan".(Mu'minin ayat : 21)

Dari beberapa ayat diatas, terlihat bahwa manfaat hewan ternak diantaranya sebagai berikut, produksi susu yang dapat kita minum, produksi daging makan, pdapat

digunakan sebagai pekerja, dan dapat dimanfaatkan pula kulit dan bulunya. Manfaat-manfaat inilah yang menarik perhatian para pakar industry peternakan. Mereka bekerja sama dengan pakar genetika melakukan berbagai riset ilmiah secara intensif dan komprehensif untuk secara genetis merekayasa hewan-hewan ternak ini, terutama sapi, domba dan juga kambing. Kambing dimanfaatkan susu dan dagingnya, tetapi kemampuan produksinya masih lebih rendah dari domba. Namun kambing juga memiliki kelebihan yaitu hewan ini lebih tahan terhadap lingkungan dan suhu yang ekstrim (Abdushshamad, 2003).

Allah SWT menyebutkan bahwa apa yang telah Dia ciptakan bagi makhluk-Nya pada binatang ternak terdapat berbagai manfaat, dimana mereka dapat meminum dari susu-susunya yang keluar dari saluran antara tempat kotoran dan saluran darah, mereka memakan dagingnya, membuat pakaian dari kulit dan juga bulu-bulunya (Muhammad, 2003. 576-579).

Makanan dan minuman yang penting dikonsumsi untuk menjaga kesehatan sangat dianjurkan dalam Islam. Yoghurt, susu segar, susu olahan pabrik dan lain-lainnya juga diperbolehkan untuk dikonsumsi. Maka hingga saat ini masih banyak dilakukan penelitian-penelitian untuk meningkatkan mutu atau kualitas maupun cita rasa yang baik dari semua produk olahan susu. Seiring dengan perkembangan itu kesehatan masyarakat kecil hingga masyarakat tingkat atas dapat terjaga dengan baik dan seimbang. Di antara jenis minuman yang biasa diminum oleh Rasulullah SAW. adalah susu kambing segar, yakni langsung diminum sesudah diperah dari kambing (Rachman, 2002).

Rachman (2002) mengatakan bahwa masih banyak makanan olahan yang memberikan banyak manfaat bagi tubuh manusia. Pemanfaatan mikroba menguntungkan tidak hanya berbagai makanan yang berasal dari bahan susu, namun beberapa jenis

sayuran dan buah juga dapat diolah menjadi produk makanan fermentasi. Misalnya sauerkraut (asinan kubis), acar atau asinan mentimun, buah zaitun (*green olives*), sosis fermentasi, sereal roti dan fermentasi buah delima. Produk makanan-makanan di atas diperbolehkan untuk dikonsumsi karena terbukti memproduksi asam laktat sebagai hasil akhir dari reaksi enzim yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat.

Allah juga menyebutkan bahwa minuman susu itu mudah ditelan oleh manusia. Dalam istilah ilmu gizi tentunya mudah ditelan ini maksudnya adalah mempunyai arti fisiologis yang baik. Tidak mungkin Allah menjerumuskan hamba-hamba-Nya dengan menunjukkan sumber minuman yang justru menimbulkan berbagai macam penyakit. Maka dalam kontroversi manfaat ataukah kerugian yang akan kita rasakan sesudah mengkonsumsi susu sapi perlu dikaji secara menyeluruh, bukan hanya untuk satu jenis gangguan kesehatan semata (Rachman, 2002).