

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Susu Kedelai**

Susu merupakan bahan makanan yang seimbang dan bernilai gizi tinggi, karena mengandung hampir semua zat-zat makanan seperti karbohidrat, protein, mineral, dan vitamin. Perbandingan zat-zat tersebut sempurna sehingga cocok untuk memenuhi kebutuhan manusia. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan susu hewani, menyebabkan harga susu sapi semakin mahal dan disinyalir susu hewani dapat meningkatkan kadar kolesterol sehingga tidak dianjurkan untuk dikonsumsi secara berlebihan, terutama bagi seseorang yang menderita beberapa penyakit tertentu dan alergi terhadap protein hewani.

Selain itu, beberapa balita alergi terhadap laktosa sehingga dianjurkan mengkonsumsi produk pangan lain yang mempunyai kandungan gizi hampir sama dengan susu hewani. Apabila seseorang tidak boleh atau tidak dapat mengkonsumsi daging atau sumber protein hewani lainnya, kebutuhan protein sebesar 55 gram per hari dapat dipenuhi dengan makanan yang berasal dari 157,14 gram kedelai. Oleh karena itu orang mulai mencari alternatif lain untuk mengganti susu sapi dan akhirnya telah ditemukan susu nabati yang terbuat dari bahan baku kedelai (Santoso, 2009).

Susu kedelai merupakan cairan putih kekuningan hasil dari kegiatan pengolahan pangan fungsional yang berasal dari kedelai dengan cara digiling, diekstrak dengan air dan dicampur pemanis dengan perbandingan tertentu

kemudian direbus sampai matang. Untuk mendapatkan susu kedelai yang unik dan lebih disukai, maka biasanya ditambahkan dengan *flavor* atau senyawa esensial untuk memberikan berbagai cita rasa.

Susu kedelai merupakan cairan berwarna putih seperti susu sapi, tetapi dibuat dari ekstrak kedelai. Diproduksi dengan menggiling biji kedelai yang telah direndam dalam air. Hasilnya disaring hingga diperoleh cairan susu kedelai, dimasak dan diberi gula dan esen atau cita rasa untuk meningkatkan rasanya. Susu kedelai merupakan produk hasil ekstraksi kedelai dengan menggunakan air, yang mempunyai penampakan dan nilai gizi mirip dengan susu sapi. Susu kedelai mengandung serat kasar dan tidak mengandung kolesterol sehingga cukup baik bagi kesehatan. Selain itu susu kedelai tidak mengandung laktosa sehingga dapat dikonsumsi oleh penderita *Lactose Intolerant*. Selama proses pengolahan susu kedelai menjadi soyghurt, susu kedelai biasanya mengalami perubahan sifat kimia (Muchtadi dan Sugiyono, 1992).

Pembuatan susu kedelai tidak terlalu rumit dan membutuhkan biaya mahal, karena dapat dikerjakan di dapur serta dapat dipraktikkan oleh seluruh lapisan masyarakat. Tahapan dalam pembuatan susu kedelai dapat dilakukan seperti langkah-langkah berikut:

1. Penyortiran, dengan tujuan untuk memilih biji-biji kedelai yang berkualitas baik.
2. Pencucian, dengan tujuan menghilangkan kotoran-kotoran yang melekat pada biji kedelai.

3. Perendaman, dengan tujuan untuk mempermudah dan mempercepat proses pelepasan kulit ari agar memudahkan proses penggilingan.
4. Penggilingan, dilakukan dengan air dengan perbandingan 1:6 (b/v), dengan menggunakan perbandingan ini akan dihasilkan kekentalan seperti pada susu sapi dan juga akan didapatkan protein susu yang tinggi.
5. Penyaringan, dengan tujuan untuk memperoleh sari kedelai. Filtrat inilah yang nantinya akan menjadi susu kedelai
6. Pemanasan, dilakukan pada proses akhir pembuatan susu dengan tujuan untuk mematikan semua organisme yang bersifat patogen dan sebagian mikroorganisme yang ada sehingga tidak merubah cita rasa maupun komposisi susu (Adnan, 1984).

## **2.2. Gizi dan Khasiat Susu Kedelai bagi Kesehatan**

Susu kedelai harganya lebih murah daripada susu hewani. Susu kedelai dapat dibuat dengan teknologi dan peralatan sederhana, serta tidak memerlukan keterampilan khusus, sehingga semua orang dapat membuat sendiri di rumah. Selain untuk konsumsi sendiri, susu kedelai juga dapat menjadi ladang usaha yang prospektif bila dikelola dengan baik. Kendala utama yang dihadapi produsen adalah cepat rusaknya susu kedelai apabila susu kedelai tidak disimpan di lemari pendingin. Susu kedelai yang rusak ditandai dengan berubahnya bau, warna, rasa, atau mengental, kemudian terjadi pemisahan air dengan endapan sari kedelai.

Kedelai dipilih sebagai bahan baku susu karena memiliki kandungan gizi yang tinggi. kadar protein kedelai memang paling tinggi dibandingkan dengan

golongan kacang-kacangan lain. Kandungan nilai gizi kedelai ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Kandungan Gizi dalam Setiap 100 gram Biji Kedelai Kering

Kandungan Gizi	Proporsi nutrisi dalam biji
Kalori (kal)	268,00
Protein (g)	30,90
Lemak (g)	15,10
Karbohidrat (g)	30,10
Kalsium (mg)	196,00
Fosfor (mg)	506,00
Zat besi (mg)	6,90
Vitamin A (SI)	95,00
Vitamin B1 (mg)	0,93
Vitamin C (mg)	0,00
Air (g)	20,00
Bagian yang dapat dimakan (%)	100,00

(Rukmana, 1997: 16-17)

Pada dasarnya semua biji-bijian dapat diproses menjadi susu. Dengan diolah menjadi susu, maka akan menaikkan nilai cerna dari biji-bijian tersebut. Susu kedelai memiliki bentuk menyerupai susu sapi, cara menyiapkannya mudah sehingga memungkinkan untuk menjadi minuman bergizi di negara-negara berkembang. Pembuatan susu kedelai pada dasarnya adalah mengolah biji kacang kedelai untuk diambil sarinya. Proses pembuatan susu kedelai meliputi tahap-tahap: penyortiran, pencucian, perendaman, penghancuran hingga berbentuk bubur, kemudian penyaringan sehingga diperoleh sari kacang kedelai serta pemanasan.

Biji kacang-kacangan merupakan sumber protein bagi sebagian besar penduduk dunia, khususnya bagi masyarakat di negara-negara berkembang seperti

Indonesia. Bahkan dewasa ini, pola konsumsi masyarakat telah bergeser dari bahan makanan hewani ke bahan makanan nabati. Hal ini terjadi karena masyarakat berusaha menghindari makanan dengan kadar kolesterol tinggi mengingat akan bahayanya terhadap jantung.

Herawati (2011), menjelaskan bahwa bahan makanan hewani banyak mengandung kolesterol sedangkan bahan makanan nabati tidak demikian, terutama kacang kedelai. Kedelai sebagian besar dikonsumsi dalam bentuk olahan dan hanya sebagian kecil yang dikonsumsi secara langsung. Salah satu produk olahan kedelai adalah susu kedelai. Susu kedelai mempunyai nilai gizi yang mirip dengan susu sapi dan sangat baik digunakan sebagai pengganti susu sapi bagi anak-anak yang menderita intoleransi laktosa. Dengan sedikit suplementasi khusus, susu kedelai dapat menggantikan susu sapi secara baik.

Susu kedelai merupakan minuman yang bergizi tinggi, terutama karena kandungan proteinnya. Selain itu susu kedelai juga mengandung lemak, karbohidrat, kalsium, phosphor, zat besi, provitamin A, Vitamin B kompleks (kecuali B<sub>12</sub>) dan air. Namun perhatian masyarakat kita terhadap jenis minuman ini pada umumnya masih kurang. Susu kedelai ini harganya lebih murah dibandingkan susu produk hewani, dapat dibuat dengan teknologi dan peralatan yang sederhana serta tidak memerlukan keterampilan khusus. Penggunaan air sumur dapat menghasilkan susu kedelai dengan rasa yang lebih enak. Untuk memperoleh susu kedelai yang baik, maka perlu menggunakan kedelai yang berkualitas baik (Santoso, 2009).

Oleh karena kandungan gizi yang terdapat pada susu kedelai sangat bagus, terutama adalah kandungan proteinnya, maka akhir-akhir ini masyarakat menjadikan susu kedelai sebagai minuman pengganti susu dari protein hewani dan sekaligus dijadikan menu *dietary* bagi orang yang memiliki kelebihan badan dan alergi terhadap protein (*lactose intolerant*). Menurut Santoso (2009), mutu protein dalam susu kedelai hampir sama dengan mutu protein susu sapi. Misalnya Protein Efisiensi Rasio (PER) susu kedelai adalah 2,3 dibandingkan PER susu sapi 2,5. PER 2,3 artinya setiap gram protein yang dimakan akan menghasilkan penambahan berat badan pada hewan percobaan (tikus putih) sebanyak 2,3 gram pada kondisi percobaan baku. Susu kedelai tidak mengandung vitamin B<sub>12</sub> dan kandungan mineralnya terutama kalsium lebih sedikit dibanding susu sapi. Karenanya dianjurkan penambahan atau fortifikasi mineral dan vitamin pada susu kedelai yang diproduksi oleh industri besar. Berikut ditampilkan tabel perbandingan komposisi susu kedelai dengan susu sapi:

Tabel 2.2 Perbandingan Komposisi Susu Kedelai dan Susu Sapi

Komposisi	Susu Kedelai ( % )	Susu Sapi ( % )
Air	88,60	88,60
Kalori	52,99	58,00
Protein	4,40	2,90
Karbohidrat	3,80	4,50
Lemak	2,50	0,30
Vit. B <sub>1</sub>	0,04	0,04
Vit. B <sub>2</sub>	0,02	0,15
Vit. A	0,02	0,20

(Kantor Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, 2000)

Dari seluruh karbohidrat dalam susu kedelai, hanya 12-14% saja yang dapat digunakan tubuh secara biologis. Karbohidratnya terdiri atas golongan oligosakarida dan golongan polisakarida. Golongan oligosakarida terdiri dari sukrosa, stakiosa dan raffinosa yang larut dalam air. Sedangkan golongan polisakarida terdiri dari erabinogalaktan dan bahan-bahan selulosa yang tidak larut dalam air dan alkohol serta tidak dapat dicerna. Secara umum susu kedelai mempunyai kandungan vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, niasin, piridoksin dan golongan vitamin B yang tinggi. Vitamin lain yang terkandung dalam jumlah cukup banyak yaitu vitamin E dan K (Santoso, 2009).

### **2.3. Komponen Antigizi dan Pengganggu pada Susu Kedelai**

Apabila susu kedelai dibuat dengan cara yang tidak baik, susu kedelai yang dihasilkan masih mengandung senyawa-senyawa anti gizi dan senyawa penyebab *off-flavor* (penyimpangan cita rasa dan aroma pada produk olahan kedelai) yang berasal dari bahan bakunya, yaitu kedelai.

Menurut Santoso (2009), senyawa-senyawa yang dapat menyebabkan *off-flavor* pada produk olahan kedelai antara lain adalah antitripsin, hemaglutinin, asam fitat dan oligosakarida penyebab flatulensi (timbulnya gas dalam perut sehingga perut menjadi kembung). Sedangkan senyawa penyebab *off-flavor* pada kedelai ialah glukosida, saponin, estrogen dan senyawa-senyawa penyebab alergi. Dalam pembuatan susu kedelai, senyawa-senyawa tersebut harus dihilangkan atau dinonaktifkan, dan proses untuk menghilangkan senyawa-senyawa pengganggu ini tidak sulit. Sehingga akan dihasilkan susu kedelai dengan mutu terbaik dan aman untuk dikonsumsi manusia.

*Antitripsin* adalah suatu jenis protein yang menghambat kerja enzim tripsin di dalam tubuh. Senyawa ini secara alami banyak terdapat dalam kacang-kacangan terutama kacang kedelai. Faktor anti gizi ini menyebabkan pertumbuhan tidak normal dan terjadi pembengkakan pankreas pada tikus percobaan yang diberi ransum kedelai mentah. Aktivitas antitripsin dalam kedelai dapat dihilangkan dengan cara perendaman yang diikuti pemanasan berupa perebusan, pengukusan atau dengan menggunakan Autoklaf.

*Hemagglutinin* atau disebut juga *lektin* banyak terdapat dalam kacang-kacangan atau tanaman lain, dan jika diberikan kepada hewan percobaan dapat menyebabkan penggumpalan sel darah merah. Penggumpalan ini biasanya terjadi dalam usus halus, sehingga penyerapan zat-zat gizi terganggu yang menyebabkan pertumbuhan terhambat. Tepung kedelai mentah mengandung sekitar 3% hemagglutinin. Daya racun hemagglutinin (menggumpalkan sel darah merah) dapat dihilangkan dengan pemanasan kacang kedelai, baik dengan pengukusan, perebusan dan autoklaf. Pengukusan 100 °C selama 15-20 menit dapat menghancurkan daya racun hemagglutinin. Sedangkan jika digunakan autoklaf pada suhu 121 °C (15 psi) hanya membutuhkan waktu 5 menit. Pengaruh perebusan terhadap aktivitas hemagglutinin belum banyak diteliti, namun diduga aktivitasnya dapat dihilangkan pada pemasakan di rumah tangga.

*Asam fitat* termasuk ke dalam senyawa anti gizi karena dapat mengikat elemen mineral terutama seng, kalsium, magnesium dan besi sehingga secara biologis akan mengurangi ketersediaan mineral-mineral yang ada di dalam tubuh. Asam fitat juga dapat bereaksi dengan protein membentuk senyawa kompleks



sehingga kecepatan hidrolisis protein oleh enzim-enzim proteolitik dalam system pencernaan menjadi terhambat karena adanya perubahan struktur protein. Karena mampu mengikat mineral, maka kandungan fitat yang tinggi (1 persen atau lebih) dalam makanan dapat menyebabkan defisiensi (kekurangan) mineral, misalnya kekurangan mineral magnesium pada anak ayam, kekurangan kalsium pada hewan dan manusia, serta gangguan penyerapan besi pada anak laki-laki. Asam fitat dalam kedelai dapat dihilangkan dengan fermentasi (misalnya pada pembuatan kecap, tempe dan tauco), perkecambahan dan perendaman dalam air hangat.

*Oligosakarida* adalah jenis karbohidrat yang merupakan polimer terdiri atas 2 sampai 10 monosakarida. Oligosakarida yang mengandung ikatan alfa-galaktosida berhubungan dengan timbulnya flatulensi, yaitu menumpuknya gas-gas dalam perut. Jenis oligosakarida penyebab flatulensi tersebut banyak terdapat dalam kacang-kacangan, biji-bijian dan hasil tanaman lain. Pada umumnya terdapat tiga senyawa oligosakarida yang menyebabkan flatulensi, yaitu *raffinosa*, *stakiosa* dan *verbaskosa*.

Ketiga jenis oligosakarida di atas tidak dapat dicerna, karena mukosa usus mamalia (termasuk manusia) tidak mempunyai enzim pencernanya, yaitu alfa-galaktosidase. Dengan demikian, oligosakarida tersebut tidak dapat diserap oleh tubuh. Jasad renik yang ada dalam saluran pencernaan akan memfermentasinya, terutama pada bagian usus halus. Fermentasi ini akan menghasilkan sejumlah gas, terutama karbon dioksida, hidrogen dan sedikit metana, yang juga akan menurunkan pH lingkungannya. Adanya gas-gas ini menghasilkan suatu tekanan di dalam perut yang disebut *flatulensi*.

Bau dan rasa langu merupakan salah satu masalah dalam pengolahan kedelai. Rasa langu yang tidak disukai ini dihasilkan oleh adanya enzim lipoksidase pada kedelai. Hal ini terjadi karena enzim lipoksidase menghidrolisis atau menguraikan lemak kedelai menjadi senyawa- senyawa penyebab bau langu, yang tergolong pada kelompok heksanal dan heksanol. Senyawa-senyawa tersebut dalam konsentrasi rendah sudah dapat menyebabkan bau langu. Disamping rasa langu, faktor penyebab *off-flavor* yang lain dalam kedelai adalah rasa pahit dan rasa kapur yang disebabkan oleh adanya senyawa-senyawa glikosida dalam biji kedelai. Diantara glikosida-glikosida tersebut, soyasaponin dan sapogenol merupakan penyebab rasa pahit yang utama dalam kedelai dan produk-produk non fermentasinya.

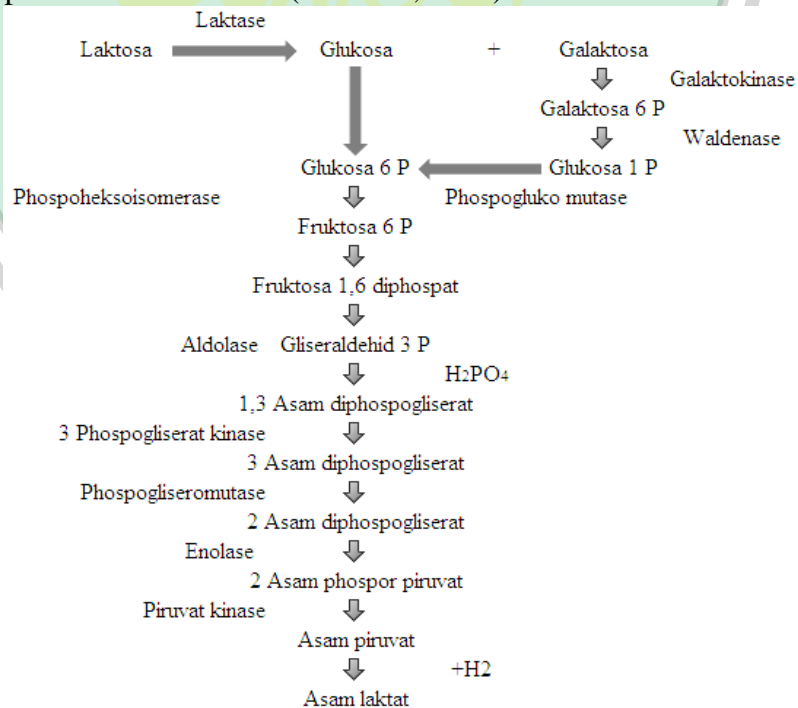
Senyawa glikosida lain yang menyebabkan *off-flavor* pada kedelai adalah isoflavon dan gugus aglikonya. Glikosida tersebut menyebabkan timbulnya rasa kapur pada susu kedelai dan produk non-fermentasi lainnya. Senyawa isoflavon dalam kedelai terdiri dari genistin dan daidzin, sedangkan gugus aglikonnya masing-masing disebut genistein dan daidzein.

#### **2.4. Fermentasi Asam Laktat**

Secara biokimia, fermentasi dapat diartikan sebagai pembentukan energi melalui proses katabolisme senyawa organik. Karena penggunaan fermentasi banyak ditemukan dalam individu, maka untuk aplikasi dalam industri, fermentasi diarahkan pada suatu proses untuk mengubah bahan bakar menjadi suatu produk dengan menggunakan sel mikroba.

Fermentasi merupakan proses biokimia dan terjadi perubahan karbohidrat, protein dan lemak yang menghasilkan unsur organik oleh aktifitas enzim yang dihasilkan oleh mikroba secara spesifik (Darwis dan Sukara, 1989). Sedangkan menurut Fardiaz (1982), fermentasi merupakan proses aktifitas mikroorganisme pembentuk asam laktat yang dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme proteolitik dan lipolitik. Penentuan media fermentasi yang paling tepat untuk suatu proses fermentasi memerlukan pemilihan khusus. Namun pada dasarnya semua organisme membutuhkan air, sumber energi, karbon, nitrogen, vitamin dan oksigen pada proses aerob.

Sedangkan fermentasi asam laktat dapat diartikan sebagai proses hidrolisis laktosa oleh bakteri asam laktat menjadi asam piruvat, yang selanjutnya akan diubah menjadi asam laktat dan semakin tinggi konsentrasi asam laktat tersebut menyebabkan pH semakin menurun (Koswara, 1995).



Gambar 2.1 Jalur perombakan laktosa menjadi asam laktat (Jannes and Patton, 1969)

Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain:

- 1) Kondisi lingkungan yang ditentukan (untuk pertumbuhan sel dan pembentukan produk)

Kondisi lingkungan dari fermentasi untuk pembuatan yoghurt harus mendukung untuk pembentukan asam, karena bakteri asam laktat tersebut dalam kondisi dan susunan asam. Derajat Keasaman (pH) pada fermentasi pembuatan yoghurt adalah 4,5-5.

- 2) Suhu

Suhu fermentasi pada pembuatan yoghurt pada suhu 37-45 °C, setelah terbentuk endapan segera dimasukkan dalam lemari es yang suhu kira-kira 4 °C, agar bakteri terhambat perkembangannya.

- 3) Tingkat Agitasi

Tujuan dari agitasi adalah menyediakan O<sub>2</sub> untuk kebutuhan metabolisme (Aerasi) dan untuk membuat campuran tersebut menjadi homogen.

- 4) Konsentrasi oksigen terlarut dan faktor-faktor lainnya harus dipertahankan konstan sewaktu fermentasi.

- 5) Nutrisi yang diperlukan oleh kultur starter meliputi karbohidrat (gula), seperti sukrosa (gula pasir), glukosa, laktosa, fruktosa atau susu bubuk skim sebagai sumber energi, penyedia karbon dan nitrogen.

- 6) Cemaran Mikrobial berupa bakteri patogen yang dapat mengganggu atau menghambat proses fermentasi.

Oksigen terlarut sangat dibutuhkan dalam fermentasi pembuatan yoghurt, karena tanpa oksigen kultur starter akan mati, sehingga fermentasi tidak berjalan dengan sempurna (Winarno, 1974).

Rahman (1989), menyebutkan beberapa keuntungan dari fermentasi yaitu: (1) makanan lebih resisten terhadap mikroba pembusuk, (2) kemungkinan makanan sebagai media patogen berkurang, (3) makanan menjadi awet, dan (4) makanan mengalami perubahan flavour yang digemari dan meningkatkan gizi.

### **2.5. Susu Kedelai Fermentasi (Soyghurt)**

Menurut Herawati (2011), soyghurt merupakan produk fermentasi susu kedelai dengan menggunakan bakteri *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* yang telah umum dipakai dalam proses pembuatan yoghurt. Yoghurt tahan hingga beberapa hari pada suhu ruang. Asam laktat yang dihasilkan mikroorganisme dalam yoghurt akan menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk yang umumnya tidak tahan asam. Sedangkan Handayani (2006), mendefinisikan yoghurt sebagai produk fermentasi susu yang bersifat semi padat. Selain dibuat dari susu segar, yoghurt juga dapat dibuat dari susu skim (susu tanpa lemak) yang dilarutkan dalam air dengan perbandingan tertentu tergantung pada kekentalan produk yang diinginkan. Selain dari susu hewani, belakangan yoghurt juga dapat dibuat dengan susu nabati (susu kacang-kacangan). Sebagai contoh, yoghurt dapat dibuat dari kacang kedelai yang sangat populer dengan sebutan “soyghurt”. Baru-baru ini juga telah dikembangkan yoghurt dari santan kelapa yang disebut “miyoghurt”.

Yoghurt merupakan salah satu produk makanan yang sangat populer saat ini. Selain sebagai makanan, produk yang dibuat dari susu ini dianggap sebagai produk yang dapat membantu pencernaan, mencegah diare, mencegah peningkatan kadar kolesterol darah yang terlalu tinggi, bahkan dinyatakan dapat membantu melawan kanker. Yoghurt dikonsumsi karena kesegarannya, aroma dan teksturnya yang khas. Fermentasi dapat menimbulkan citarasa baru dan membentuk tekstur beberapa makanan sehingga mampu memperbaiki penerimaan produk kedelai. Sewaktu fermentasi akan terbentuk asam-asam organik yang menimbulkan citarasa khas pada soyghurt. Hal penting yang harus diperhatikan dalam pembuatan soyghurt adalah jenis karbohidrat dalam susu kedelai sangat berbeda dengan karbohidrat yang terdapat pada susu sapi. Karbohidrat yang ada pada susu kedelai terdiri atas golongan oligosakarida. Kandungan gula yang terdapat pada susu kedelai yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme yang berperan dalam proses pembuatan soyghurt sangat terbatas, oleh karena itu perlu dilakukan penambahan sumber gula yang lain.

Apabila susu kedelai langsung diinokulasi tanpa penambahan gula tidak akan menghasilkan soyghurt yang berkualitas baik, hal ini ditandai dengan masih tingginya nilai pH dan tidak terjadi penggumpalan protein. Untuk itu, diperlukan penambahan gula sebagai sumber energi dan penyedia karbon bagi kultur starter. Sumber gula yang dapat ditambahkan adalah sukrosa, laktosa, glukosa, fruktosa atau susu skim. Jenis gula yang berbeda akan menghasilkan asam-asam organik yang berbeda yang pada akhirnya akan menyebabkan terjadinya perbedaan kualitas soyghurt yang dihasilkan. Hasil metabolisme karbohidrat (gula) berupa

asam-asam organik akan mempengaruhi citarasa dan ikut menentukan kualitas yoghurt.

Rahman, dkk., (1992) menjelaskan bahwa untuk memperoleh yoghurt dengan kualitas baik, beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain: analisis pH, analisis kandungan air, analisis kandungan lemak, *overrun* apabila akan dibekukan dan total populasi mikroba serta pemeriksaan kemungkinan adanya khamir dan kapang. Yoghurt memiliki syarat mutu yang telah ditentukan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI, 1992), seperti ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 2.3 Syarat Mutu Yoghurt Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI)

No	Kriteria Uji	Persyaratan
1.	Keadaan	
	a) Penampakan	Cairan kental semi padat
	b) Bau	Normal/ khas
	c) Rasa	Asam/ khas
	d) Konsistensi	Homogen
2.	Lemak	Maksimal 3,8%
3.	Bahan kering tanpa lemak	Minimal 8,2%
4.	Protein	Minimal 3,5%
5.	Abu	Maksimal 1%
6.	Jumlah asam laktat	0,5-2,0%
7.	Cemaran mikroba:	
	a) Bakteri Coliform	Maksimal 10 APM/gram
	b) <i>E. coli</i>	Kurang dari 3 APM/gram
	c) <i>Salmonella</i>	Negatif/100gram

(Standar Nasional Indonesia, 1992)

Penelitian yang telah dilakukan oleh Agustina dan Andriana (2010), dalam penelitiannya tentang karakterisasi produk yoghurt susu nabati yang berbahan dasar kacang hijau dengan menggunakan starter bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*, menghasilkan kandungan protein berkisar 20-25%, kadar asam laktat sebesar 1,43-1,47%, kadar abu sebesar 0,61%, kadar air sebesar 84,98-

85,12% dan hasil uji organoleptik dari para panelis menyatakan agak suka (terhadap penampakan, aroma, rasa, warna, kekentalan dan tingkat keasaman) yang berarti respon panelis terhadap produk yoghurt susu kacang hijau cukup bagus.

Dengan adanya beberapa hasil penelitian dalam pembuatan yoghurt baik dari susu hewani dan nabati dengan melibatkan kombinasi starter Bakteri Asam Laktat (BAL) dari dua bakteri atau lebih, maka telah terbukti yoghurt yang dihasilkan secara umum memberikan nilai gizi lebih dan memberikan efek fisiologis yang lebih baik bagi kesehatan dan kualitas hidup manusia.

## **2.6. Bakteri Asam Laktat Sebagai Probiotik**

Kelompok bakteri asam laktat yaitu bakteri yang menghasilkan sejumlah besar asam laktat sebagai hasil akhir dari metabolisme gula (karbohidrat). Asam laktat yang dihasilkan dengan cara tersebut akan menurunkan nilai pH dari lingkungan pertumbuhannya, menimbulkan rasa asam dan menghambat pertumbuhan dari beberapa jenis mikroorganisme lainnya. Pelczar (1986), mengatakan bahwa bakteri asam laktat atau bakteri yang biasa digunakan untuk starter dalam pembuatan yoghurt adalah sekelompok bakteri yang dapat mengubah laktosa menjadi asam laktat. Bakteri asam laktat ini dapat digolongkan menjadi 2 golongan yaitu golongan bakteri homofermentatif dan heterofermentatif. Bakteri homofermentatif yaitu bakteri yang mampu memfermentasi glukosa atau laktosa yang hanya menghasilkan asam laktat sekitar 85%, sedangkan bakteri heterofermentatif yaitu bakteri yang mampu



memfermentasi glukosa atau laktosa selain menjadi asam laktat sekitar 40%, namun juga menghasilkan asam asetat sekitar 60% .

Lovita (2009) dalam Soeharsono (2010), menjelaskan bahwa bakteri asam laktat merupakan sumber kimiawi yang baik dengan kepentingan teknologi dan fungsional, membentuk kelompok mikroorganisme yang sangat penting secara industri dengan status aman (*GRAS - generally regarded as safe*). Bakteri pembentuk asam laktat yang menghasilkan sejumlah komponen abtimikrobial, difokuskan pada bakteriosin dan pemanfaatannya. Bakteriosin merupakan toksin menyerupai protein yang disekresikan oleh bakteri untuk menghambat pertumbuhan bakteri lain. Sejumlah bakteriosin dari bakteri asam laktat yang erat hubungannya dengan pangan telah diidentifikasi, diantaranya adalah nisin, diplococcin, acidophilin, bulgarican, lactacin dan plantaricin.

O'Sullivan (1999) dalam Soeharsono (2010), menjelaskan bahwa bakteri asam laktat banyak digunakan terutama dalam produk-produk susu dan industri ternak. Secara luas digunakan untuk fermentasi yang menghasilkan berbagai produk pangan untuk menghasilkan berbagai produk pangan selain mengawetkan, juga memiliki efek terapeutik. Bakteri ini dikenal sebagai bakteri probiotik. Fuller (1992), menambahkan probiotik yang efektif ialah bakteri yang mempunyai karakteristik (1). Bakteri tersebut harus dapat dipreparasi sebagai "*viable product*" dan dibuat dalam skala industri, (2). Harus tetap stabil dan tahan hidup dalam jangka panjang baik dalam penyimpanan maupun di lapangan, (3). Harus bertahan dalam saluran pencernaan manusia khususnya dalam usus dan tidak diharuskan tumbuh dalam usus halus, (4). Harus bermanfaat bagi inang atau induk.

Kesehatan dan manfaat nutrisi probiotik secara umum di bawah kategori memelihara keseimbangan mikroflora normal usus. Kondisi harus berlaku pada bayi maupun pada manusia (dewasa dan lanjut usia). Dengan nutrisi probiotik, khususnya pada bayi, harus mampu memperbaiki terhadap laktosa dan pencernaan produk-produk susu. Selain itu, harus diupayakan untuk memiliki aktifitas antitumorogenik dan antikarsinogenik, mengurangi kolesterol darah, mensintesis vitamin B kompleks dan penyerapan kalsium (David dan Dauas, 1991 dalam Karna *et al.*, 2007).

Definisi yang berkembang saat ini, probiotik ialah “*feed supplement*” mikroba hidup yang secara menguntungkan mempengaruhi induk semang melalui perbaikan keseimbangan mikroorganisme dalam saluran pencernaan (Fuller, 1979). Kemudian, ditemukan sebuah definisi yang umumnya diterima para ahli ilmu pengetahuan. Stark dan Wilknsen (1989) dalam Soeharsono (2010), memberikan sebuah kesimpulan bahwa probiotik adalah suatu produk yang mengandung mikroorganisme hidup dan non-patogen, yang diberikan pada hewan atau manusia untuk perbaikan laju pertumbuhan, efisiensi konversi ransum dan kesehatan.

Sampai saat ini, yang telah umum digunakan sebagai probiotik adalah *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* sebagai starter dalam pembuatan yoghurt, *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetylactis*, *Leuconostoc cremoris*, *Leuconostoc lactis*, *L. helveticus*, *L. acidophilus*, *L. casei* dan *Streptococcus sp.* digunakan untuk produksi keju, susu fermentasi, pembuatan krim dan mentega. (Karna *et al.*, 2007). Selain itu, terdapat juga strain bakteri

asam laktat yang tumbuh di saluran pencernaan sebagai bagian mikroflora usus sekaligus probiotik yaitu *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* (Drassar dan Barrow, 1985 dalam Habibillah, 2009).

## 2.7. Starter Yoghurt

Starter menurut Pelczar (1986), merupakan kultur atau mikroba yang ditambahkan ke dalam air susu agar supaya menstimulasi air susu menjadi yoghurt. Mikroba yang sering digunakan sebagai starter dalam pembuatan yoghurt adalah *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*. Kedua bakteri ini tergolong pada bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat dilihat dari asam yang dihasilkannya dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu *homofermentatif* dan *heterofermentatif*. Bakteri homofermentatif yaitu bakteri yang mampu memfermentasi laktosa atau gula yang hanya menghasilkan asam laktat sekitar 85 persen. Sedangkan bakteri heterofermentatif adalah bakteri yang mampu memfermentasi laktosa atau gula, selain menjadi asam laktat sekitar 40 persen juga menghasilkan asam laktat sekitar 60 persen.

Kedua kultur campuran ini (*L. Bulgaricus* dan *S. thermophillus*) dalam pembuatan yoghurt masih memunculkan beberapa kelemahan. Kelemahan dari penggunaan kombinasi kedua bakteri tersebut yaitu pada *L. bulgaricus* tidak dapat tumbuh pada pH di atas 6, selain itu jika asam laktat yang dihasilkan terlalu tinggi sampai titik isoelektrik protein maka dapat menyebabkan perubahan kelarutan (solubility) protein menjadi tidak larut (insoluble) melalui tahap proteolitik pada air susu sapi. Sedangkan kelemahan dari penggunaan *S. thermophillus* yaitu tidak dapat tumbuh pada suhu 10 °C, tidak tahan terhadap

konsentrasi garam 6,5 % dan jika aktifitas dalam pembentukan asam laktat terlalu tinggi (komposisi starter yang lebih banyak) menyebabkan turunnya pH yang berpengaruh terhadap kasein sebagai bahan yang terbanyak di dalam susu menjadi tidak stabil dan terkoagulasi (Soeharsono, 2010).

Dengan kemajuan teknologi dan hasil penelitian para ahli pada akhir-akhir ini, banyak yang menggunakan mikroba lain seperti *L. acidophilus* dan *Bifidobacteria*. Beberapa pakar peneliti telah mengkategorikan bakteri *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* dan *Bifidobacteria* selain termasuk bakteri asam laktat dapat pula dikelompokkan ke dalam kelompok probiotik, yaitu kelompok mikroba hidup yang dapat memperbaiki kondisi saluran pencernaan sehingga akan meningkatkan kesehatan.

Secara umum menurut Fardiaz (1989), pertumbuhan mikroba dalam suatu starter terbagi menjadi beberapa fase, yaitu:

1) Fase Adaptasi

Merupakan fase penyesuaian diri dengan substrat dan kondisi lingkungan di sekitarnya. Pada fase ini belum terjadi pemmbelahan sel karena beberapa enzim mungkin belum disintesis. Jumlah sel pada fase ini mungkin tetap tapi kadang-kadang menurun. Lamanya fase ini bervariasi, bisa cepat atau lambat tergantung dari kecepatan penyesuaiandengan lingkungan sekitarnya.

2) Fase Pertumbuhan Awal

Pada fase ini sel mulai membelah dengan cepat dan constant, dimana pertambahan jumlahnya mengikuti kurva logaritmik. Pada fase ini

kecepatan pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh medium tempat tumbuhnya seperti pH dan kandungan nutrient, juga kondisi lingkungan termasuk suhu dan kelembaban udara. Selain itu, pada fase ini sel membutuhkan energi lebih banyak dibandingkan dengan fase lainnya dan sel menjadi lebih sensitif terhadap keadaan lingkungan.

### 3) Fase Pertumbuhan Lambat

Pada fase ini terjadi perlambatan pertumbuhan karena adanya beberapa sebab, antara lain: zat nutrisi yang terdapat di media sudah sangat berkurang dan adanya hasil-hasil metabolisme yang kemungkinan beracun atau menghambat pertumbuhan. Fase ini sel mengalami pertumbuhan yang tidak stabil, namun jumlah populasi masih naik karena jumlah sel yang tumbuh lebih banyak dari pada sel yang mati.

### 4) Fase Pertumbuhan Tetap (Statis)

Pada fase ini jumlah populasi sel tetap karena jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati. Ukuran sel pada fase ini menjadi lebih kecil karena sel tetap membelah meskipun zat nutrisi sudah mulai habis. Biasanya, pada fase ini sel-sel menjadi lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang kurang memadai.

### 5) Fase Menuju Kematian dan Fase Kematian.

Pada Fase ini sebagian populasi jasad renik mulai mengalami kemayian karena beberapa sebab, yaitu: nutrien yang terdapat di dalam media sudah habis dan jumlah sel yang mati semakin lama semakin banyak.

Pada prinsipnya, pemanfaatan bakteri probiotik adalah untuk membantu menunjang bakteri baik di dalam usus, sehingga mengkonsumsi makanan yang mengandung senyawa prebiotik dapat meningkatkan kesehatan yang pada akhirnya dapat meningkatkan produksi. Perlu diketahui bahwa kolon sangat menentukan kesehatan seseorang, biasanya kesehatan terganggu karena beberapa bakteri menghasilkan toksin. Dalam hal ini, sel usus bersama beberapa bakteri yang indogenous melakukan detoksifikasi. Melalui proses detoksifikasi ini terjadi keseimbangan yang menyebabkan individu kembali sehat. Pada proses *cleanising colon* semua bakteri semua bakteri dibersihkan, namun setelahnya harus segera diisi dengan makanan sehat yang mengandung probiotik. Susu fermentasi (yoghurt) merupakan produk olahan pangan fungsional yang mengandung probiotik dan sekaligus prebiotik. Sehingga terbentuklah produk yang disebut *synbiotic*, yaitu produk makanan yang merupakan gabungan probiotik dan prebiotik. Sehingga, produk sinbiotik inilah yang menjadi pusat kajian dalam ilmu pangan dan terus dikembangkan untuk menunjang keseimbangan mikroflora dan kesehatan manusia (Hendronoto dan Soeharsono, 2010).

Pemanfaatan bakteri dari genus *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* sebagai bakteriosin yang bersifat probiotik sebagai starter yoghurt didukung oleh sebuah keistimewaan dalam penelitian yang telah dilakukan Adriani *et al.* (2009), mengatakan bahwa keistimewaan dari penggunaan kombinasi *Lactobacillus* dengan *Bifidobacterium* sebagai starter dalam pembuatan yoghurt, apabila terbentuk dalam imbanan (perbandingan) yang tepat, maka menghasilkan efek

fisiologis dapat meningkatkan aktifitas enzim lipase sampai 2 kali dibandingkan yoghurt dengan kombinasi starter bakteri pada umumnya.

Dijelaskan juga oleh Soeharsono (2010), bahwa bakteri *L. acidophilus* dan *B. bifidum* merupakan bakteri baik yang berdomisili pada sebagian besar kolon asenden manusia sebelah kanan daerah perut. Jumlah bakteri ini menurun jumlahnya pada kolon transversum dan lebih sedikit lagi pada kolon desenden serta hanya beberapa dalam kolon sigmoidea dan rektum. Apabila bakteri yang menguntungkan seperti bakteri *L. acidophilus* dan *B. bifidum* merupakan komponen dominan dalam kolon, maka penyebaran penyakit yang disebabkan oleh parasit, bakteri, virus dan fungi dapat dicegah.

Bakteri asam laktat, khususnya *Lactobacillus* yang jumlahnya di dalam saluran pencernaan sekitar  $10^7$ , bersama dengan *Bifidobacterium* yang jumlahnya sekitar  $10^9$ , merupakan bakteri simbiotik yang sangat menguntungkan. Kemampuan kedua kelompok bakteri ini dalam menghasilkan substansi-substansi antagonism mampu menekan pertumbuhan *pathogen enteric*. Hal inilah yang merupakan faktor penting mengapa kedua kelompok ini dipilih sebagai agensia probiotik (Soeharsono, 2010).

*Lactobacillus acidophilus* merupakan bakteri asam laktat memiliki kemampuan menghasilkan enzim proteolitik di sekitar dinding sel, membran sitoplasma atau di dalam sel (Thomas *et al.*, 1987). Selain itu, bakteri *L. acidophilus* memiliki manfaat lainnya, seperti yang telah diungkapkan Napitulu *et al.* (2000), bahwa bakteri *Lactobacillus* menghasilkan anti bakteri, filtrat *Lactobacillus* dapat menghambat pertumbuhan bakteri pathogen seperti

*Staphylococcus aureus* dan *Eschericia coli*. Dijelaskan juga oleh Sunarlim dan Setiyanto (2008), bahwa *L. acidophilus* adalah salah satu bakteri yang bersifat probiotik, dapat berfungsi sebagai *terapeutic* pada tubuh. Namun ada kelemahan pada flavor, oleh karena itu diupayakan untuk dikombinasi dengan starter lainnya seperti *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* yang diketahui bercita rasa baik.

Klasifikasi bakteri *L. acidophilus* adalah sebagai berikut (Orla-Jensen, 1924 dalam Habibillah, 2009):

Kingdom: *Bacteria*

Phylum: *Firmicutes*

Class: *Bacilli*

Order: *Lactobacillales*

Family: *Lactobacillaceae*

Genus: *Lactobacillus*

Species: *Lactobacillus acidophilus*

Bakteri *L. acidophilus* termasuk ke dalam bakteri gram positif (+), berbentuk batang, berkoloni seperti rantai, bersifat homofermentatif dan tidak membentuk spora. Bakteri ini termasuk dalam golongan bakteri asam laktat dan merupakan mikroflora alami saluran pencernaan manusia dan dapat memproduksi asam laktat sebagai hasil utama fermentasi karbohidrat. Bakteri ini juga dapat menghasilkan bakteriosin yang dapat merangsang pembentukan antibodi tubuh (Salminen dan Wright, 1998).

*Bifidobacterium bifidum* merupakan bakteri asam laktat yang bersifat *Saccharolytic*, sehingga mampu menghasilkan asam laktat dan asam asetat.



Tergolong gram positif (+) dan merupakan probiotik, bersifat heterofermentatif, berbentuk batang yang bisa seragam atau bercabang seperti huruf Y atau V. Bentuk morfologi bakteri ini dipengaruhi oleh makanan, yaitu dapat berbentuk lurus atau batang bengkok (Fuller, 1992).

Klasifikasi bakteri *B. bifidum* adalah sebagai berikut (Orla-Jensen, 1924 dalam Habibillah, 2009):

Kingdom: *Bacteria*

Phylum: *Actinobacteria*

Class: *Actinobacteria*

Subclass: *Actinobacteridae*

Order: *Bifidobacteriales*

Family: *Bifidobacteriaceae*

Genus: *Bifidobacterium*

Spesies: *Bifidobacterium bifidum*

Manfaat dari bakteri *B. bifidum* adalah dapat menghambat kolonisasi pathogen potensial oleh produksi asam asetat atau asam laktat, dapat mengaktifkan sistem kekebalan tubuh sehingga sampai saat ini dikembangkan untuk pencegahan kanker melalui langkah eliminasi pada bahan prokarsinogenik dari dalam tubuh dan sebagai bahan aktif anti tumor (Ziniedien, 2007). Selain itu, menurut Soeharsono (2010), menjelaskan bahwa vitamin, asam laktat dan anti mikroba yang dihasilkannya juga dapat berfungsi sebagai antioksidan dan menekan pertumbuhan beberapa bakteri patogen antara lain *E. Coli* dan

*Clostridium perfringens* (penyebab radang usus), *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aerogenosa*.

## 2.8. Kajian Keislaman Terkait Penelitian

Manusia diciptakan oleh Allah SWT sebagai makhluk yang paling sempurna. Sebagai buktinya adalah manusia telah diberi akal dengan tujuan agar dapat merenungi, memikirkan dan bersyukur atas ciptaan Allah SWT. Dengan akal pikiran, manusia dapat melaksanakan amanah Allah SWT sebagai hamba-Nya. Menurut Bakry (1996), menjelaskan bahwa bukti-bukti kekuasaan Allah SWT yang berupa akal pikiran dapat membawa kita agar dapat mengembangkam ilmu pengetahuan, sehingga melahirkan orang-orang yang senantiasa merenung dan berpikir. Keanekaragaman jenis tumbuhan dengan berbagai manfaat bagi kehidupan manusia, salah satunya adalah tumbuh-tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai makanan pokok, bahan bangunan, bahan obat-obatan dan banyak potensial lain yang masih dapat digali. Dalam hal ini, Allah SWT telah berfirman dalam Alquran surat Yaasiin ayat 33 sebagai berikut:

وَأَيُّهُمْ هُمُ الْأَرْضُ الْمَيِّتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ ﴿٣٣﴾

“Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu dan Kami keluarkan dari padanya biji-bijian, Maka daripadanya mereka makan” (Qs. Yaasiin: 33).

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT telah memperlihatkan tanda-tanda kekuasaan-Nya dengan menciptakan berbagai macam biji-bijian yang beraneka bentuk, warna dan rasa serta memiliki manfaat yang berbeda-beda. Di antara biji-bijian yang terdapat di bumi, salah satunya adalah kedelai. Kedelai

yang termasuk dalam famili leguminosa (kacang-kacangan), selain dimanfaatkan sebagai makanan pokok juga memiliki manfaat dalam menjaga kesehatan tubuh salah satunya yaitu dapat menurunkan kadar kolesterol yang berlebihan. Jenis kacang-kacangan seperti kedelai ini dapat mencegah timbulnya penumpukan lemak di dalam tubuh kita.

Menjaga kesehatan merupakan perkara yang dianjurkan oleh Nabi Muhammad SAW, karena di dalam tubuh yang sehat terdapat jiwa yang kuat. Dijelaskan oleh Al-Qardhawiy (2001), mengatakan bahwa tuntunan Nabi Muhammad SAW untuk menjaga kesehatan menitik beratkan perhatiannya pada bagaimana mengurus dan menjaga pola makan, minuman, sandang dan papan, waktu tidur dan jaga, diam dan bergerak serta waktu luang dan istirahat dengan sebaik-baiknya. Maka, jika semua itu bias dilakukan secara seimbang dan sesuai dengan kondisi tubuh, iklim, usia dan kebiasaan yang ada, niscaya akan berakibat pada pemeliharaan kesehatan sampai akhirnya ajal tiba.

Al-Fanjari (2005), menjelaskan bahwa agama Islam telah mengajarkan kepada umatnya untuk tidak bersikap tafrit (terlalu hemat) dan terlalu rakus, karena kedua hal tersebut bertentangan dengan nilai-nilai ajaran Islam. Terlalu banyak makan akan menyebabkan usus tersiksa dan dapat mengganggu pencernaan, membuat makanan menjadi masam, kadang-kadang menimbulkan luka, infeksi usus besar dan usus 12 jari. Oleh karena itu, maka Islam melarang untuk berlebih-lebihan dalam hal makan dan minum.

Dengan senantiasa menjaga untuk bersikap tidak berlebih-lebihan dalam hal makan dan minum, maka akan tercipta suatu keadaan yang sehat dan kondisi

seimbang di dalam tubuh. Perlu disyukuri sekaligus dijadikan sebagai bahan introspeksi, bahwa sesungguhnya Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu dalam kondisi yang seimbang. Dalam kajian ilmu fisiologi, Campbell (2004), mengatakan bahwa yang dimaksud dengan keseimbangan adalah suatu kondisi tubuh dalam keadaan seimbang dan apabila keseimbangan pada tubuh tersebut terganggu, maka tubuh akan menjadi sakit. Hal ini tercakup dalam firman Allah SWT dalam surat al-Infithaar ayat 6-8:

يَتَأْتِيَا الْإِنْسَانَ مَا عَرَّفَكَ بِرَبِّكَ الْكَرِيمِ ۝ الَّذِي خَلَقَكَ فَسَوَّاكَ فَعَدَلَكَ ۝ فِي أَيِّ صُورَةٍ  
مَا شَاءَ رَكَّبَكَ ۝

“Hai manusia, Apakah yang telah memperdayakan kamu (berbuat durhaka) terhadap Tuhanmu yang Maha Pemurah. Yang telah menciptakan kamu lalu menyempurnakan kejadianmu dan menjadikan (susunan tubuh)mu seimbang, Dalam bentuk apa saja yang Dia kehendaki, Dia menyusun tubuhmu” (Qs. al-Infithaar: 6-8).

Menurut Al-Qardhawy (1999), bahwa ketika manusia terkena suatu penyakit, maka orang tersebut tidak diperbolehkan untuk berputus asa, karena sesungguhnya segala penyakit itu ada obatnya. Dijelaskan oleh Maheshwari (2002), bahwa saat ini telah banyak ilmuwan yang meneliti berbagai bahan alam untuk dijadikan sebagai obat-obatan dan makanan fungsional, salah satunya adalah dari tumbuh-tumbuhan. Tumbuhan banyak digunakan sebagai obat karena kandungan akar, batang, daun, biji, bunga dan buahnya mengandung berbagai manfaat untuk kesehatan tubuh. Dengan dilakukan pengolahan dan didukung oleh kemajuan teknologi seperti saat ini, maka upaya pemanfaatan sumber daya alam dapat dilakukan secara maksimal untuk kehidupan manusia dan hal ini sebagai tindakan dalam upaya untuk mensyukuri nikmat Allah SWT.

Dalam Alquran surat Yunus ayat 61 Allah SWT berfirman:

...وَمَا يَعْرُبُ عَنْ رَبِّكَ مِنْ مِّثْقَالِ ذَرَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي السَّمَاءِ وَلَا أَصْغَرَ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرَ  
إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ ﴿٦١﴾

“...Dan tidak luput dari pengetahuan Tuhanmu biarpun sebesar zarah (atom) di bumi ataupun di langit. tidak ada yang lebih kecil dan tidak (pula) yang lebih besar dari itu, melainkan (semua tercatat) dalam kitab yang nyata (Lauh Mahfuzh)” (Qd. Yunus: 61).

Ayat tersebut merupakan sebuah acuan dasar bahwa konsep zarah sebagai zat atau substansi materi yang paling kecil yang disebutkan dalam Qs. Yunus ayat 61 tersebut adalah sebagai petunjuk ke arah studi mikrometri, mikroelektronik, mikroorganisme, dan mikrokosmos lainnya yang sebaiknya dipelajari juga oleh *Ulul Albab*. Dengan mengacu pada ayat Alquran tersebut, diharapkan suatu penelitian ilmiah yang diintegrasikan dengan pengetahuan agama Islam dapat menjadi penuntun sekaligus petunjuk dalam mendalami keluasan ilmu Allah SWT.