

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sinbiotik

Sinbiotik berasal dari kata *syn* berarti sinergi dan *biotic* berarti hidup. Sinbiotik berarti potensi yang sinergi antara probiotik dan prebiotik berada didalam suatu makanan. Subtansi prebiotik memiliki dampak positif bagi mikroflora usus terutama bakteri probiotik yang berfungsi sebagai subtansi makanan dari probiotik (Hui, 2012).

Sinbiotik merupakan istilah yang digunakan dalam penamaan pada produk makanan yang didalamnya terdapat campuran antara probiotik dan prebiotik. Makanan ini menggunakan campuran prebiotik dan probiotik karena memiliki mekanisme kerja yang baik dalam meningkatkan daya tahan usus. Makanan sinbiotik ini juga dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen, dimana probiotik berkompetisi dalam pemanfaatan nutrisi. Sedangkan prebiotik merangsang enzim pencernaan pankreas memproduksi zat antibakteri atau bakteriosin (Sudarmo,2003).

Mengonsumsi makanan yang bersifat sinbiotik dapat memberikan dampak positif pada sistem pencernaan terutama mikroflora normal usus. Selain memberi kesehatan dalam pencernaan dan kekebalan tubuh terdapat banyak manfaat dari mengonsumsi makanan yang mengandung probiotik ini, diantaranya ialah mencegah konstipasi, mengurangi kanker kolon, mengurangi insomnia dan memiliki peran dalam mengurangi stres (Winarti, 2010).

Pada umumnya makanan sinbiotik yang beredar dikalangan masyarakat ialah berupa minuman yang disebut minuman sinbiotik atau minuman kesehatan merupakan makanan suplemen fungsional yang memberikan dampak positif dalam tubuh manusia. Salah satu manfaat minuman sehat ini ialah terjaganya kesehatan saluran pencernaan manusia, secara khusus minuman ini mengurangi penyakit kanker kolon (Gibson, 1995).

Untuk mengatur mikroflora pencernaan digunakan sinbiotik, yakni kombinasi antara probiotik dan prebiotik. Dengan kata lain probiotik sebagai mikroorganisme hidup yang menguntungkan dan prebiotik merupakan substrat yang digunakan probiotik untuk hidup. Salah satu contoh dalam makanan sinbiotik ialah fruktooligosakarida (FOS) dengan Bifidobakterium atau laktitol dengan *Lactobacillus*. Keuntungannya ialah meningkatkan daya tahan hidup probiotik karena substrat yang spesifik telah diperoleh (Wageha, 2008).

2.1.1 Probiotik

Bakteri asam laktat mempunyai peranan dalam mengubah glukosa menjadi asam laktat, yang termasuk bakteri tersebut ialah *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* dan *Bifidobacterium*. Fermentasi asam laktat terbagi menjadi dua yakni homofermentatif dan heterofermentatif. Bakteri homofermentatif banyak menghasilkan asam laktat, sedangkan bakteri heterofermentatif menghasilkan asam laktat dan produk lain, dimana kebanyakan etanol (Purwoko, 2007).

Bakteri yang tergolong dalam bakteri probiotik memiliki ciri sebagai berikut, yakni: 1) berasal dari manusia, 2) tidak patogen, 3) tahan terhadap

kerusakan saat prosesing, 4) tahan akan keadaan asam lambung dan empedu, 5) mampu melakukan kolonisasi dalam saluran gastroinsten, 6) dapat melekat pada epitel usus, 7) memiliki kemampuan memproduksi antimikroba, 8) memodulasi respon imun terutama mukosa, 9) mempengaruhi aktifitas metabolik (Sudarmo, 2003).

2.1.2 Prebiotik

Menurut Schrezenmeir dan Vrese (2001), prebiotik pertama kali dikenalkan oleh Gibson dan Roberfroid, dimana kata pre dalam prebiotik diartikan sebagai “sesudah” atau “untuk”. Arti dari prebiotik adalah sebuah kandungan makanan yang tidak dapat dicerna yang mempunyai manfaat baik bagi inang dengan menstimulasi pertumbuhan maupun aktivitas mikroflora dalam kolon. Pengertian dari prebiotik ini hampir sama dengan pengertian serat pangan, dengan pengecualian dari selektivitas spesies yang dapat menggunakannya.

Prebiotik merupakan senyawa yang baik digunakan dalam pertumbuhan bakteri asam laktat dalam pencernaan. Prebiotik berasal dari sayur-sayuran, buah-buahan dan biji-bijian. Prebiotik merupakan kelompok oligosakarida, contohnya frukto-oligosakarida, rafinosa, galakto-oligosakarida, inulin dan beberapa jenis peptide yang tidak dicerna sehingga dapat mencapai usus (Soeharsono, 2010).

Definisi dari prebiotik ialah makanan yang tidak tercerna tetapi dapat difermentasi dan memberikan efek menguntungkan bagi aktifitas salah satu spesies atau banyak dari bakteri yang ada didalam kolon untuk tumbuh dan berkembang. Prebiotik banyak tersedia dialam, bisa dikatakan memiliki potensial sebagai prebiotik dengan syarat makanan tersebut memiliki kandungan inulin tipe

fructan dan fruktooligosakarida. Kandungan prebiotik dapat ditemukan pada sayur-sayuran dan buah-buahan diantaranya bawang putih, chicory, artchoke, daun bawang dan pisang. Struktur kimia prebiotik tidak dapat diabsorpsi oleh usus kecil tetapi dapat difermentasi didalam kolon oleh bakteri endogenous yang digunakan sebagai energi dan substrat metabolisme (Eamonn, 2006).

Prebiotik atau disebut dengan *nondigestible food ingredient* merupakan senyawa yang menguntungkan manusia dengan menstimulasi pertumbuhan dan aktifitas satu atau sejumlah kecil bakteri di kolon. *Food ingredient* yang diklasifikasikan sebagai prebiotik, harus: 1) tidak dihidrolisis dan tidak diserap di bagian atas traktus gastrointestinal, 2) substrat yang selektif untuk satu atau sejumlah mikroflora komensal yang menguntungkan dalam kolon, jadi memicu pertumbuhan bakteri yang aktif melakukan metabolisme, 3) mampu merubah mikroflora kolon menjadi komposisi yang menguntungkan kesehatan (Sudarmo, 2003).

Konsentrasi fruktooligosakarida didalam makanan (Sangeetha, 2005):

Sumber	FOS (%)
Barley	0.15
Tomat	0.15
Bawang merah	0.23
Pisang kepok	0.30
Gandum hitam	0.50
Bawang putih	0.60

Source: Sangheeta 2005

Manfaat fruktooligosakarida bagi tubuh adalah sebagai berikut (Kaur, 2002):

1. Bifidogenic (mampu menjaga pertumbuhan Bifidobacterium di usus besar)
2. Merangsang sistem kekebalan tubuh
3. Mengurangi jumlah bakteri patogen dalam usus
4. Mengurangi konstipasi
5. Mengurangi resiko osteoporosis dengan cara meningkatkan absorpsi kalsium,
6. Mengurangi resiko atheroklerosis dengan caramengurangi sintesis trigliserida dan asam lemak pada hati dan mengurangi konsentrasi trigliserida dan asam lemak pada serum darah
7. Mengatur konsentrasi hormon insulin dan glucagon, sehingga dapat mengontrol metabolisme karbohidrat dan lemak dengan cara menurunkan kadar glukosa darah
8. Mengurangi konsentrasi urea dan asam urat pada darah sehingga dapat menjaga keseimbangan nitrogen
9. Mengurangi resiko kanker usus

2.2 Kulit Pisang sebagai prebiotik

Pisang merupakan salah satu kelompok dari jenis buah buni dimana memiliki perikarp tebal serta berair dan dapat dibedakan menjadi tiga lapisan yakni, eksokarp yang mengandung zat warna buah, mesokarp yang disebut lapisan tengah yang tebal, dan endokarp yakni lapisan dalam yang berupa selaput (Hidayat, 1995).

Klasifikasi pisang kepek sebagai berikut:

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo : Zingiberales

Famili : Musaceae

Genus : *Musa*

Spesies : *Musa paradisiaca* (Stennis, 2006).

Pisang kepek (*Musa paradisiaca*) merupakan salah satu jenis pisang plantain. Pisang plantain memiliki kandungan pati resisten dan serat yang tinggi (Kahlon, 2007). Menurut Asp (1992), pati resisten merupakan pati yang tidak bisa tercerna oleh enzim pencernaan di usus halus, ketika mencapai usus besar dimanfaatkan oleh mikroflora kolon sehingga berpotensi sebagai prebiotik.

Buah pisang mengandung karbohidrat tinggi, terdapat kadar amilosa yang cukup tinggi berkisar 9,1-17,2% dan pati 17,2-38%. Kadar amilosa tinggi berpotensi salah satu sumber prebiotik yang dapat disebut pati resisten, yakni jenis pati dan produk degradasi pati yang tidak dapat diserap dalam saluran pencernaan. Pati resisten ini dapat menstimulasi pertumbuhan bakteri probiotik seperti *Bifidobacteria* dan *Lactobacillus* (Sajilata, 2006).

Timbulnya aroma yang khas pada buah pisang disebabkan terbentuknya senyawa kompleks dari senyawa yang mudah menguap dan beberapa minyak esensial yang ada. Di samping timbulnya aroma terbentuk juga gula selama pemasakan buah. Bertambahnya senyawa mudah menguap pada saat pemasakan buah pisang sangat erat hubungannya dengan pembentukan aroma buah

pisang. Komponen penyusun aroma pada buah pisang adalah iso-amil asetat, amil asetat, amil propionat, amil butirat, heksil asetat, metil asetat, pentanol, butil alkohol, amil alkohol, dan heksil alkohol (Hulme, 1981).

Kandungan gizi pada 100gram kulit pisang sebagai berikut (Balai Penelitian Jatim, 1982)::

No	Zat Gizi	Kadar
1	Air (g)	68,90
2	Karbohidrat (g)	18,50
3	Lemak (g)	2,11
4	Protein (g)	0,32
5	Kalsium (mg)	715
6	Fosfor (mg)	117
7	Zat besi (mg)	1,60
8	Vitamin B (mg)	0,12
9	Vitamin C (mg)	17,50

Sumber; Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Jatim, Surabaya (1982)

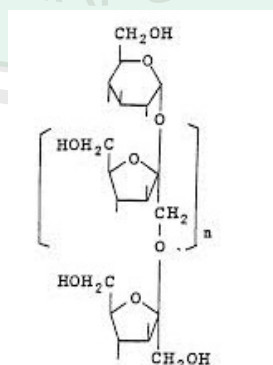
Konsumsi buah pisang biasanya dilakukan dalam keadaan matang dan segar, dari 100g buah terdapat 27 g karbohidrat, serat 0,5 dan air 70g pisang juga kaya akan potasium (440mg/100g). (Ashari, 2004).

Inulin merupakan salah satu contoh prebiotik yang terdapat pada tanaman. Inulin adalah simpanan karbohidrat pada tanaman yang bergizi dan diklasifikasikan sebagai serat makanan. Inulin tipe fructan dapat ditemukan di berbagai tanaman seperti bawang, pisang, bawang putih, dan daun bawang. Kematangan pisang menentukan jumlah kandungan pati resisten dan FOS pada pisang tersebut (Eamonn, 2006). Kurtoglu (2011), dalam penelitiannya ekstraksi fruktooligosakarida dari kulit pisang dihasilkan kandungan fruktooligosakarida 33% dari kandungan gula yang ditemukan didalam kulit pisang.

Fruktooligosakarida (FOS) dalam kulit pisang dipandang sebagai suatu potensi yang perlu dikembangkan menjadi pakan additif yang mampu mengurangi jumlah bakteri yang bersifat patogen, mampu meningkatkan morfologi usus (tinggi vilus) dan ketebalan lapisan mukus. Fruktooligosakarida (FOS) memiliki afinitas (daya ikat) terhadap pelekatan bakteri ke sel-sel epitel usus. Bakteri yang telah berikatan dengan FOS karenanya tidak dapat menempel dan mengkolonisasi dinding usus, dan terbawa keluar melalui feses (Murwani 2009).

Fruktooligosakarida merupakan kelompok oligosakarida yang tersusun atas beberapa unit monosakarida jenis fruktosa. Panjang rantai 3 sampai 50 unit. Senyawa ini tidak dapat dipecah oleh enzim-enzim pencernaan, senyawa ini akan mengalami fermentasi dalam usus besar (Almatsier, 2009).

Fruktosa merupakan monosakarida yang sering terdapat didalam buah-buahan dan umbi-umbian, dengan jumlah karbon yang sama dengan glukosa. Perbedaan dari fruktosa dengan glukosa ialah ikatan struktur fungsional, dimana pada fruktosa merupakan jenis gugus fungsi keton sedangkan glukosa ialah aldehid (James, 2008).



Struktur umum frukto-oligosakarida

Sumber: Lee (2001)

2.3 Bakteri Asam Laktat sebagai probiotik

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme antara lain meliputi faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik, faktor proses, dan faktor implisit. Faktor intrinsik meliputi pH, aktivitas air (activity of water, aw), kemampuan mengoksidasi-reduksi, kandungan nutrien, bahan antimikroba, dan struktur bahan makanan. Faktor ekstrinsik yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme adalah suhu penyimpanan, kelembaban, tekanan gas (O₂), cahaya dan pengaruh sinar ultraviolet. Meningkatnya jumlah asam laktat, selain menurunkan nilai pH juga akan mempengaruhi nilai total asam tertitiasi (Fardiaz, 1989).

Kelompok bakteri ini mempunyai morfologi yang beragam atau heterogen dan memiliki bentuk batang pendek atau panjang, serta bulat (*coccus*), yang menjadi karakteristik fisiknya. Semua anggota *Lactobacteriaceae* adalah gram positif dan tidak membentuk spora dan umumnya non-motile. Keberadaannya tergantung pada karbohidrat yang menjadi suplai energinya dan menghasilkan asam laktat (Sugiono, 2004).

Bakteri probiotik adalah kelompok bakteri yang mampu mengubah karbohidrat (glukosa) menjadi asam laktat. Efek bakterisidal dari asam laktat berkaitan dengan penurunan pH lingkungan menjadi 3 sampai 4,5 sehingga pertumbuhan bakteri lain termasuk bakteri pembusuk akan terhambat. Pada umumnya mikroorganisme dapat tumbuh pada kisaran pH 6-8 (Buckle, 1987).

Bakteri asam laktat mempunyai peranan esensial hampir dalam semua proses fermentasi makanan dan minuman. Peran utama bakteri ini dalam industri

makanan adalah untuk pengasaman bahan mentah dengan memproduksi sebagian besar asam laktat (bakteri homofermentatif) atau asam laktat, asam asetat, etanol dan CO₂ (bakteri heterofermentatif) (Desmazeaud, 1996).

Lactobacillus mampu mengakumulasi H₂O₂ selama penyimpanan dalam refrigerasi tanpa pertumbuhan kultur dan produksi asam, hal ini memungkinkan aplikasi kultur laktat untuk pengawetan makanan tanpa harus melalui proses fermentasi (Gilliland, 1985).

2.3.1 *Lactobacillus acidophilus*

Lactobacillus acidophilus ialah bakteri asam laktat yang hidup didaerah usus kecil bagian bawah. Karakteristik bakteri *Lactobacillus acidophilus* tidak dapat tumbuh pada suhu 15⁰ C dan tidak memfermentasi ribosa, bakteri tersebut dapat hidup dalam suhu 35⁰ C –38⁰ C dan tumbuh optimum pada pH 5,5-6,0. *Lactobacillus acidophilus* membutuhkan nutrisi berupa asam asetat, riboflavin, asam pantotenat, kalsium, niasin dan asam folat (Kanbe, 1992).

Lactobacillus acidophilus merupakan salah satu jenis bakteri homofermentatif obligat, *Lactobacillus acidophilus* mempunyai ketahanan terhadap asam lambung buatan pH 2,5 selama 3 jam dan bakteriosin yang dihasilkan tetap aktif pada pH 3 samapai pH 10 (Worobo, 2000).

Bakteri *Lactobacillus acidophilus* berbentuk batang dengan famili *lactobacillaceae* yang termasuk dalam golongan gram positif. Bakteri tersebut bersifat mesofilik dan tidak membentuk spora dan homofermentatif dengan asam laktat sebagai produk utama fermentasi karbohidrat (Rahman, 1992). Kaplan (2000), menyebutkan tidak seluruh bakteri probiotik dapat menfermentasi FOS.

Pada bakteri *Lactobacillus* yang termasuk dalam bakteri yang seluruh strain dapat memfermentasi FOS ialah *Lactobacillus acidophilus*.

Lactobacillus achidophilus tumbuh lambat dibanding starter yoghurt lainnya seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Sterptococcus. thermophilus*. Waktu inkubasi yang diperlukan *Lactobacillus acidophilus* untuk penurunan pH medium susu mencapai pH 4,5 sekitar 17 – 18 jam dibanding 4 jam waktu yang sama dibutuhkan oleh starter yoghurt (Widodo, 2003).

2.3.2 *Lactobacillus bulgaricus*

Lactobacillus bulgaricus merupakan bakteri probiotik gram positif, digolongkan dalam bakteri homofermentatif, berbentuk batang. Bakteri ini hanya memproduksi asam laktat dalam fermentasi fakultatif anaerob. Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* merupakan bakteri mesofilik dengan kisaran suhu optimum 35 ° - 45 ° C pH 4-5,5. Asam laktat yang dihasilkan oleh *Lactobacillus bulgaricus* bersifat inhibitor bagi mikroba patogen maka produk memiliki kadar asam laktat tinggi akan lebih tahan lama (Rahman, 1992).

Lactobacillus bulgaricus adalah bakteri gram positif berbentuk batang, kadang berpasangan dan tidak membentuk endospora. Dalam susu, *Lactobacillus bulgaricus* akan mengubah laktosa menjadi asam laktat. Bakteri ini bersifat homofermentatif, dengan suhu optimum untuk pertumbuhannya sekitar 45⁰ C. Kondisi optimum untuk pertumbuhannya adalah sedikit asam atau sekitar pH 5,5 (Wahyudi, 2006).

Andrianto (2008), mengatakan bahwa dalam kehidupan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* memiliki beberapa manfaat, antara lain dapat

meningkatkan pencernaan susu, merangsang produksi interferon dan tumor necrosis faktor, mengatur sistem kekebalan tubuh, membantu metabolisme lipid, dapat mengendalikan kadar kolesterol, menghasilkan zat pembunuh kuman (antibiotik) alami serta mampu menghambat perkembangan biakan jasad renik yang tidak diinginkan.

Lactobacillus bulgaricus adalah grup dalam Aa-laktobacillus homofermentatif obligat. Mikroba ini memfermentasi sedikit memproduksi D (+) laktat dan asetaldehida dari laktosa susu. Pertumbuhannya lambat pada suhu $< 10^{\circ}$ C dan kebanyakan strain dapat tumbuh pada suhu $50^{\circ} - 55^{\circ}$ C (Tamime, 2005).

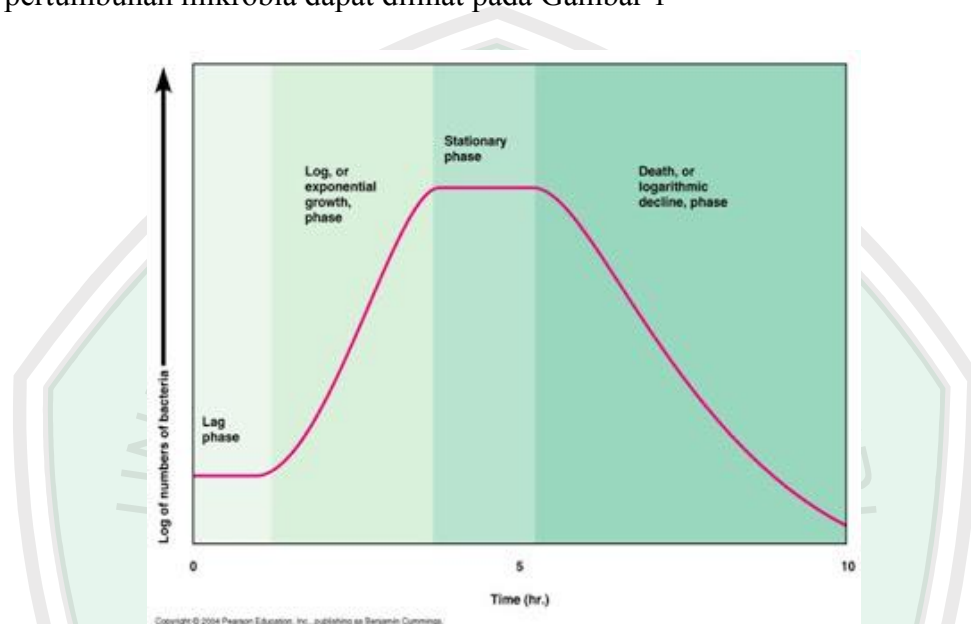
2.3.3 *Streptococcus thermophilus*

Streptococcus thermophilus adalah bakteri gram positif berbentuk bulat (coccus), pertumbuhannya berbentuk rantai. Bakteri ini dapat diklasifikasikan sebagai bakteri homofermentatif dengan pH optimum untuk pertumbuhannya sekitar 6,5 (Wahyudi, 2006).

Wahyudi (2008) menjelaskan bahwa *Streptococcus thermophilus* memiliki beberapa manfaat, diantaranya efisien dalam mencerna laktosa, mampu menghancurkan bakteri patogen dan dapat merangsang produksi “cytokine” yang terlibat dalam sistem kekebalan, serta dapat meningkatkan nilai makanan dengan pembuatan mikronutrien. Selain itu, *Streptococcus thermophilus* juga mampu merontokkan rotavirus (penyebab utama penyakit diare akut non bakteri pada anak dan bayi).

2.3.4 Pertumbuhan bakteri

Bakteri mengalami 4 fase pertumbuhan, secara berurutan meliputi fase lag, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian. (Brock, 2012). Tipe pertumbuhan mikrobial dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Kurva Pertumbuhan Populasi Mikroba (Scragg, 1988).

Pada Gambar 1 menggambarkan jumlah berat kering sel mikroba (dalam bentuk log) yang ditumbuhkan dalam periode inkubasi (waktu) tertentu. Mikroba akan mengalami fase pertumbuhan populasi berdasarkan laju peningkatan jumlah individu mikroba selama waktu tertentu (Scragg, 1988).

a. Fase Lag

Fase lag merupakan waktu yang dibutuhkan mikroba untuk tumbuh beradaptasi di dalam medium baru. Adaptasi mikroba dilakukan untuk mensintesis enzim-enzim yang dibutuhkan untuk pertumbuhan lebih lanjut. Pada fase lag terjadi penambahan massa dan volume sel mikroba. Panjang atau

pendeknya interval fase lag tergantung pada jenis inokulum mikrobia, medium yang sedikit nutrisi dan kondisi pertumbuhan mikrobia saat diinokulasikan. (Pelzcar, 2009).

Ada 3 alasan mikrobia kembali ke fase lag, yaitu:

1. Inokulum hidup yang digunakan berasal dari kultur medium lama (saat mikrobia dalam fase stasioner) dipindahkan ke dalam komposisi medium baru yang sama. Keadaan mikrobia kembali ke fase lag karena mikrobia sudah tidak memiliki metabolit penting untuk menunjang kehidupannya. Oleh karena itu, mikrobia membutuhkan rentang waktu untuk melakukan biosintesis kembali. Mikrobia yang diinokulasikan mengalami kerusakan sel (tidak mati) akibat perubahan suhu, radiasi atau bahan kimia toxic. Fase lag dibutuhkan mikrobia untuk memperbaiki kerusakan sel nya.
2. Populasi mikrobia yang diinokulasikan berasal dari medium kaya nutrisi dipindahkan ke dalam medium yang sedikit nutrisinya. Mikrobia membutuhkan waktu untuk menghasilkan enzim baru yang digunakan untuk mensintesis metabolit essensial.
3. Populasi mikrobia tidak akan mengalami fase lag jika inokulum yang digunakan berasal dari populasi mikrobia yang mengalami pertumbuhan fase eksponensial dan ditumbuhkan pada kondisi medium yang sama (Brock, 2012).

b. Fase Eksponensial

Pada fase eksponensial, populasi mikrobia mengalami pembelahan paling tinggi dan konstan dalam waktu generasi yang pendek. Waktu generasi mikrobia merupakan waktu yang dibutuhkan sel mikrobia untuk membelah menjadi 2 sel. Setiap sel mikrobia akan membelah 2x lipat sehingga peningkatan jumlah populasi selalu 2^n , n adalah jumlah generasi. Pertambahan jumlah sel dalam populasi disebut sebagai pertumbuhan mikrobia. Pada fase eksponensial, awalnya sel mikrobia membelah secara pelan kemudian penambahannya semakin meningkat cepat. Secara matematis memiliki rumus (Dinata, 2012):

$$N_t = N_0 2^n \quad (1)$$

N_t : jumlah sel setelah tumbuh selama waktu t

t : waktu pertumbuhan selama fase eksponensial

N_0 : jumlah sel mula-mula selama fase eksponensial

2 : bilangan tetap (pembelahan biner)

n : jumlah generasi (pembelahan)

Rata-rata kecepatan pertumbuhan pada fase eksponensial sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (seperti nutrisi, kondisi inkubasi), seperti halnya karakteristik genetik suatu mikrobia. Pada umumnya, prokariot lebih cepat tumbuh daripada eukariot dan eukariot yang berukuran kecil lebih cepat tumbuh daripada yang ukurannya lebih besar. Hal ini karena sel yang berukuran kecil memiliki kapasitas penyerapan nutrisi dan pembuangan sisa metabolisme lebih besar daripada sel yang berukuran besar. Kondisi tersebut mempercepat proses

metabolisme yang akan mempengaruhi kecepatan pertumbuhan mikrobia. Pertumbuhan yang lebih cepat pada prokariot (bakteri) menyebabkan waktu generasinya lebih pendek dibandingkan eukariot (Brock, 2012).

c. Fase Stasioner

Mikrobia mengalami pertumbuhan yang terbatas dan konstan selama fase stasioner. Pada fase stasioner, pembelahan sel yang terjadi sangat lambat. Jumlah pembelahan sel dengan sel yang mati seimbang, sehingga jumlah sel relatif konstan (pertumbuhan 0). Pertambahan jumlah sel yang sebanding dengan kematian sel disebut dengan fenomena pertumbuhan kriptik (Dinata, 2012).

Pada fase ini, sel mikroba tetap aktif melakukan metabolisme energi dan proses biosintesis lainnya. Metabolit sekunder banyak dihasilkan mikrobia pada fase ini. Fase stasioner terjadi karena beberapa alasan yaitu:

1. Terbatasnya nutrisi esensial dalam kultur yang mulai berkurang,
2. Bagi organisme aerobik, ketersediaan O_2 dalam medium mulai berkurang,
3. Banyaknya sisa metabolisme yang tertimbun dalam medium kultur sehingga pertumbuhan mikroba terhambat (Brock, 2012).

d. Fase Kematian

Fase kematian terjadi jika terjadi perubahan lingkungan menjadi tidak menguntungkan, seperti berkurangnya nutrisi esensial dalam medium dan meningkatnya akumulasi zat toksik dalam medium. Grafik fase kematian seperti grafik fase eksponensial yaitu logaritmik (kematian sel tiap jam adalah konstan). Sel mikrobia yang mati akan mengalami lisis (Prescott, 1999).

2.4 Minuman sinbiotik

Minuman sinbiotik merupakan minuman yang terdiri dari prebiotik dan probiotik. Dalam pembuatan minuman sinbiotik sama seperti pembuatan minuman probiotik atau yoghurt, dimana terdapat peranan bakteri yang tergantung pada nutrisi dan lingkungan untuk pertumbuhannya. Yoghurt merupakan salah satu produk fermentasi susu oleh Bakteri Asam Laktat (BAL) terutama jenis *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Yoghurt dapat digunakan sebagai pangan sinbiotik yaitu sebagai sumber probiotik dengan suplemen prebiotik (Ishibashi, 2001).

Faktor yang harus diperhatikan dalam proses pembuatan minuman sinbiotik ini agar berjalan dengan baik sebagai berikut (Ishibashi, 2001):

1. Langkah-langkah proses
 - a. Persiapan bahan baku
 - b. Pembuatan starter
 - c. Fermentasi
2. Konsentrasi gula

Sukrosa adalah oligosakarida yang mempunyai peranan penting dalam pengolahan makanan dan banyak terdapat pada tebu, bit, siwalan dan kelapa kopyor. Pada pembuatan sirup, gula pasir (sukrosa) dilarutkan dalam air dan dipanaskan, sebagian sukrosa akan terurai menjadi glukosa dan fruktosa, yang disebut gula invert. Inversi sukrosa terjadi dalam suasana asam (Winarno, 1997).

Menurut Fennema (1985), gula berfungsi dalam membantu pembentukan tekstur, memberi flavor melalui reaksi pencoklatan, memberi rasa manis. Sukrosa

bisa digunakan dalam bentuk kristal halus atau kasar dan paling banyak dalam bentuk cairan sukrosa (sukrosa) (Winarno, 1997). Sukrosa diperoleh dengan jalan mengkondensasi glukosa dan fruktosa, dapat diinversikan sehingga kemanisannya tinggi. Sukrosa mempunyai sifat sedikit higroskopis dan mudah larut dalam air (Marsono, 1999).

Kandungan sukrosa yang tinggi dapat berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan bakteri asam laktat. Setiap bakteri mempunyai level toleransi yang berbeda terhadap sukrosa. Kandungan sukrosa yang di rekomendasikan untuk pembuatan susu fermentasi yaitu dibawah 8 – 10 g per 100 g susu. Beberapa strain bakteri yogurt yang baru dikembangkan, mempunyai toleransi yang tinggi terhadap sukrosa (Tamime, 2006).

3. Nutrisi

Unsur kimia untuk pertumbuhan sel yaitu Karbon, Nitrogen, Oksigen, Sulfur, Fosfor, Magnesium, Zat besi, dan sejumlah kecil logam lainnya. Karbon dan sumber energi untuk mikroorganisme dapat diperoleh dari berbagai jenis gula karbohidrat sederhana. Sedangkan kebutuhan nitrogen dapat diperoleh dari sumber anorganik berupa garam amonium, atau garam fosfat (Ishibashi, 2001).

4. pH

Setiap mikroorganisme memiliki karakteristik pH masing-masing didalam kisaran yang mampu untuk berkembang. Dua aspek yang menghubungkan mikroorganisme dengan pH adalah bahwa perubahan pH dari medianya disebabkan karena aktivitasnya mikroorganisme itu sendiri, beberapa mikroorganisme dapat memproduksi asam yang membuat keadaan pH yang

demikian rendah sehingga dapat menghambat aktivitas dari mikroorganismenya lainnya (Ishibashi, 2001).

5. Temperatur

Dari faktor fisika yang mempengaruhi dan dapat menyeleksi pertumbuhan mikroorganismenya yang paling penting adalah temperature. Mikroorganismenya hanya dapat hidup pada kondisi temperatur yang spesifik. Temperatur optimum adalah temperatur dimana pertumbuhan mikroba paling cepat, pertumbuhan optimum mikroba lebih dekat dengan suhu maksimum dibandingkan minimum (Ishibashi, 2001).

6. Waktu fermentasi

Waktu fermentasi tergantung dari berbagai hal, misalnya jenis mikroorganismenya yang digunakan, kondisi media, kadar gula, komposisi media, dll (Ishibashi, 2001).

Komposisi minuman sinbiotik berdasarkan standar internasional dalam jurnal internasional yakni:

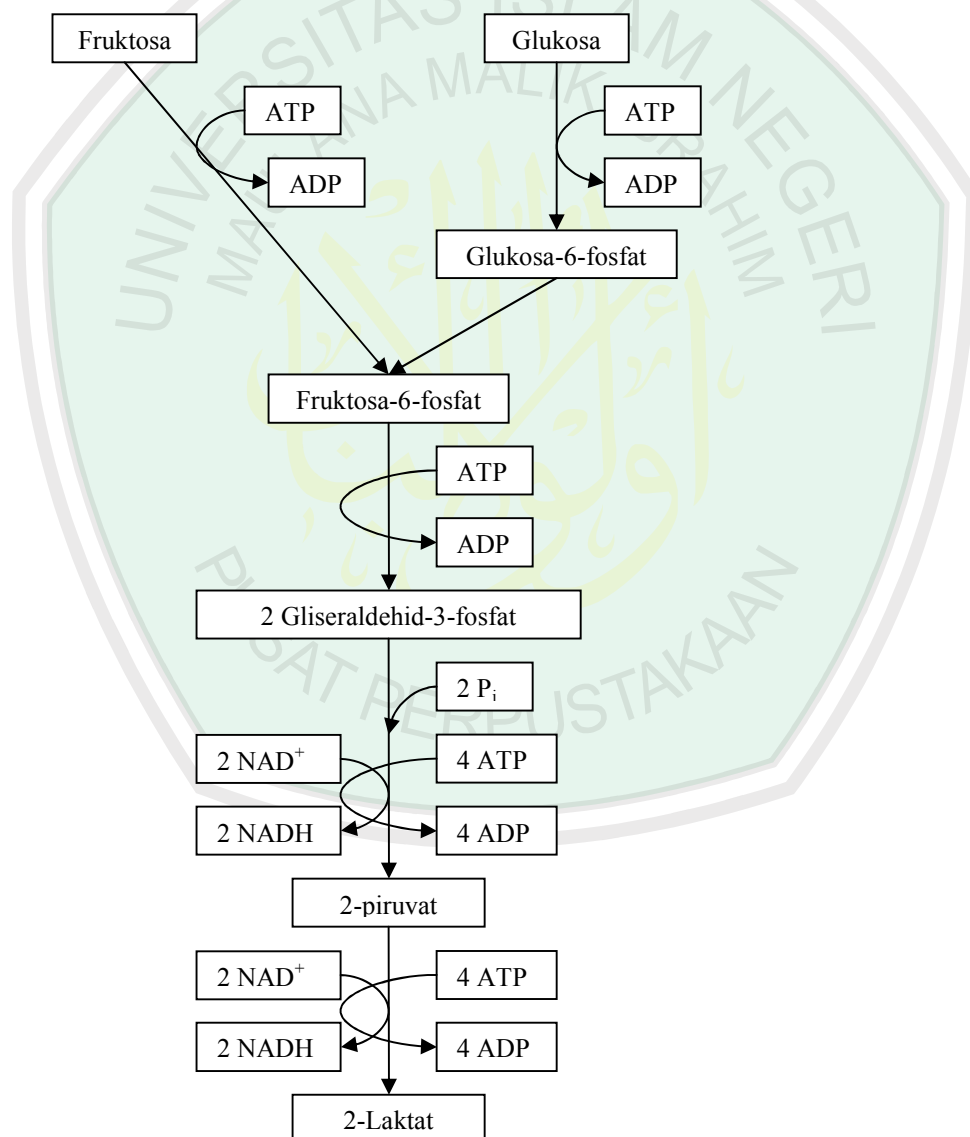
Tabel 2.1 Karakteristik sensorial dari produk sinbiotik (IANCU, 2010) :

Kriteria	Persyaratan
Penampakan	Cair semi kental
Tekstur	Semi padat
Rasa	Manis asam

2.5 Metabolisme dan fermentasi

Berdasarkan jalur metabolisme *saccharolytic*, bakteri asam laktat dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu (Prescott, 2002) :

1. Homofermentatif : Bakteri dalam kelompok ini akan mengubah heksosa menjadi asam laktat dalam jalur Embden-Meyerhof (EM), dan tidak dapat memfermentasikan pentosa atau glukonat.



Gambar jalur fermentasi bakteri homofermentatif (Prescott, 2002)

2. Heterofermentatif : Heksosa difermentasikan menjadi asam laktat, karbon dioksida, dan etanol (atau asam asetat sebagai akseptor elektron alternatif).
Pentosa lalu diubah menjadi laktat dan asam asetat.

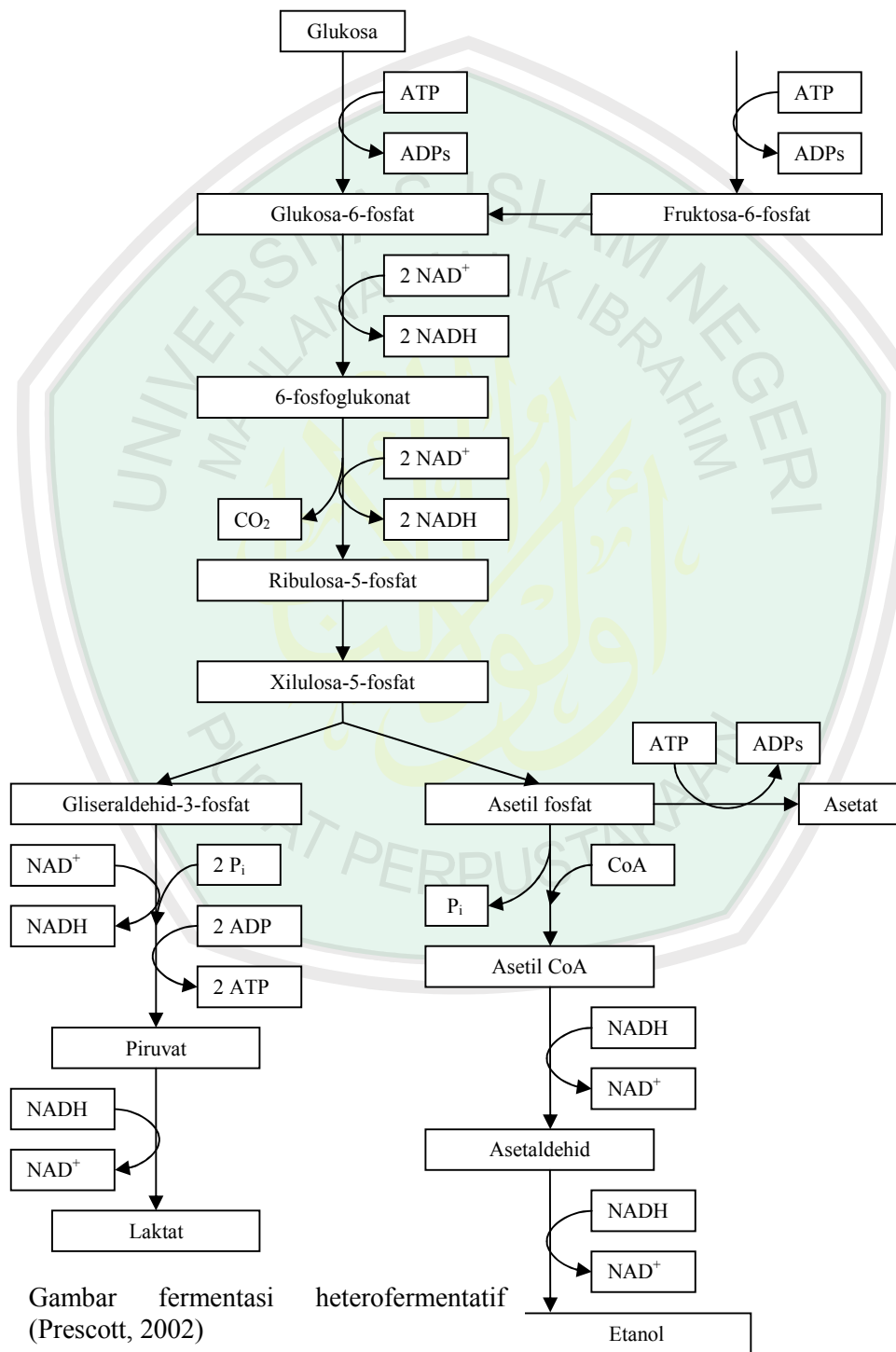
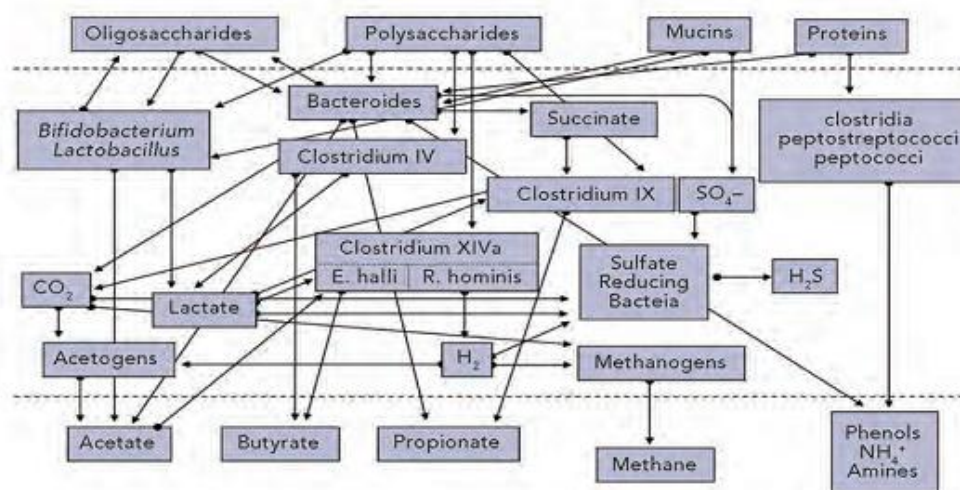


Diagram dibawah menunjukkan aktifitas metabolisme didalam kolon (Binns, 2013):

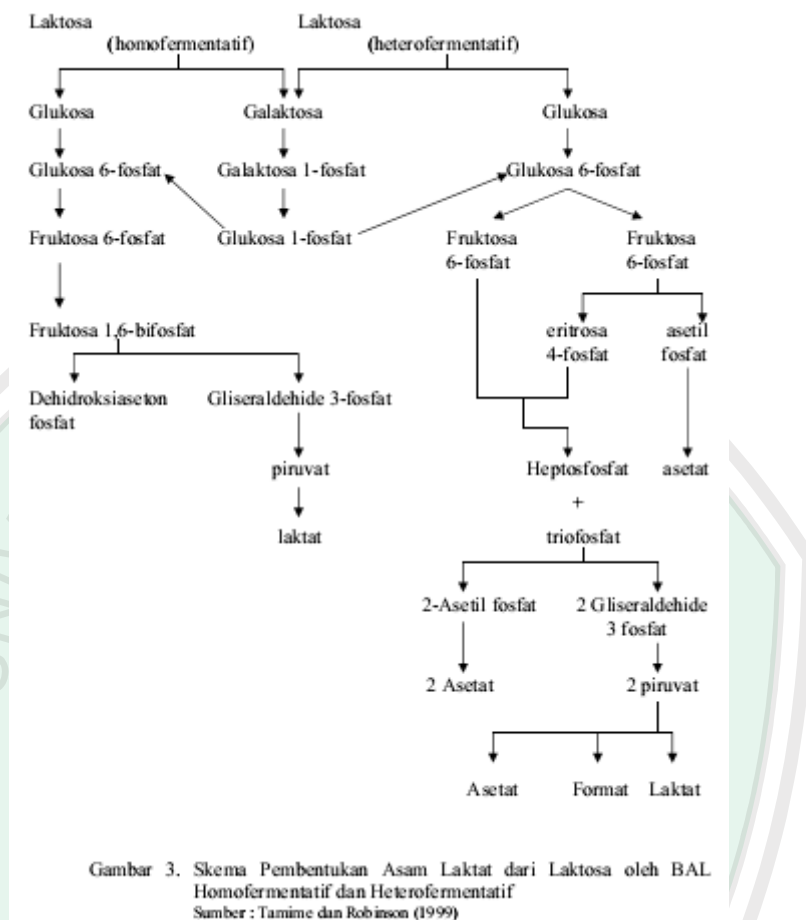


Gambar skema aktifitas metabolisme didalam kolon (Binns, 2013)

2.5.1 Fermentasi Sukrosa

Sukrosa sebagai sumber karbon dapat difermentasi oleh bakteri asam laktat menjadi asam laktat. Pada tahap awal, zat pati dari sumber karbohidrat akan dihidrolisa menjadi maltosa oleh α dan β amylase, lalu molekul maltosa ini akan dipecah menjadi glukosa oleh maltase dan pada tahap akhir bakteri asam laktat akan mengubah glukosa menjadi fruktooligosakarida oleh enzim transfruktosilase yang berasal dari bakteri asam laktat atau dengan hidrolisis enzimatik terkontrol dari ekstrak alami, kemudian hasil metabolitnya asam laktat (IFT, 2001; Crittenden, 1999).

2.5.2 Fermentasi Laktosa



2.6 Uji Organoleptik

Uji organoleptik adalah penilaian penggunaan indera, penilaian menggunakan kemampuan sensorik, tidak dapat diturunkan pada orang lain. Salah satu cara pengujian organoleptik adalah dengan metode uji pencicipan yang disebut juga dengan "Acceptance Tests". Uji pencicipan menyangkut penilaian seseorang akan suatu sifat atau kualitas suatu bahan yang menyebabkan orang menyenangi. Pada uji pencicipan dapat dilakukan menggunakan panelis yang belum berpengalaman. Dalam kelompok uji pencicipan termasuk uji kesukaan (hedonik) (Soekarto, 1998).

1. Warna

Faktor - faktor yang mempengaruhi suatu bahan makanan antara lain tekstur, warna, cita rasa, dan nilai gizinya. Sebelum faktor - faktor yang lain dipertimbangkan secara visual. Faktor warna lebih berpengaruh dan kadang kadang sangat menentukan suatu bahan pangan yang dinilai enak, bergizi, dan teksturnya sangat baik, tidak akan dimakan apabila memiliki warna yang tidak dipandang atau memberi kesan telah menyimpang dari warna yang seharusnya (Winarno.,1995).

2. Aroma

Aroma dapat didefinisikan sebagai suatu yang dapat diamati dengan indera pembau untuk data menghasilkan aroma, zat harus dapat menguap, sedikit larut dalam air dan sedikit larut dalam lemak. Senyawa berbau sampai ke jaringan pembau dalam hidung bersama - sama dengan udara. Penginderaan cara ini memasyarakatkan bahwa senyawa berbau bersifat atsiri.

3. Tekstur

Tekstur adalah faktor kualitas makanan yang paling penting, sehingga memberikan kepuasan terhadap kebutuhan kita. Oleh karena itu kita menghendaki makanan yang mempunyai rasa dan tekstur yang sesuai dengan selera yang kita harapkan, sehingga bila kita membeli makanan, maka pentingnya nilai gizi biasanya ditempatkan pada mutu setelah harga, tekstur, dan rasa.

4 Rasa

Rasa merupakan faktor yang cukup penting dari suatu produk makanan. Komponen yang dapat menimbulkan rasa yang diinginkan tergantung senyawa

penyusunnya. Umumnya bahan pangan tidak hanya terdiri dari satu macam rasa yang terpadu sehingga menimbulkan cita rasa makanan yang utuh. Perbedaan penilaian panelis terhadap rasa dapat diartikan sebagai penerimaan terhadap flavour atau cita rasa yang dihasilkan oleh kombinasi bahan yang digunakan (deMan,1997).



2.6 Kajian Islam

Allah Subhanahu wa Ta'ala menceritakan tentang para penghuni Surga dan kenikmatan yang dialami mereka dengan firman-Nya:

وَأَصْحَابُ الْيَمِينِ مَا أَصْحَابُ الْيَمِينِ (27) فِي سِدْرٍ مَّخْضُودٍ (28) وَطَلْحٍ مَّنْضُودٍ (29) وَظِلٍّ مَّمْدُودٍ (30) وَمَاءٍ مَّسْكُوبٍ (31)

” Dan golongan kanan, alangkah bahagianya golongan kanan itu. Berada diantara pohon bidara yang tidak berduri, dan pohon pisang yang bersusun-susun (buahnya), dan naungan yang terbentang luas, dan air yang tercurah.” (QS. Al-Waaqi’ah: 27-31)

Ayat di atas menjelaskan tentang keistimewaan buah pisang yang merupakan salah satu buah khas surga. Begitu istimewanya buah pisang sehingga disejajarkan dengan buah surga lainnya yaitu kurma, delima, dan anggur. Al-Quran telah menyebutkannya sebelum penelitian tentang khasiat buah pisang dilakukan. Keistimewaan buah pisang yang ada di surga tersebut belum tentu sama dengan buah-buahan yang ada di dunia. Namun keterangan Al-Quran tentang buah-buahan khas surga tersebut mengingatkan kita kepada janji Allah tentang surga dan segala kenikmatannya (Herdiansyah, 2007).

Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman dalam Al-Quran surat Al-Baqarah ayat 168:

يَأْتِيهَا النَّاسُ كُلُّوْا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَلًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُّبِينٌ

Artinya: Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan; karena Sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu (Q.S Al-Baqarah: 168).

Almath (2001) menjelaskan dalam sebuah hadist riwayat muslim saat ayat diatas turun kemudian Rasulullah menyebut seorang yang melakukan perjalanan jauh, rambutnya kusut dan wajahnya kotor penuh debu menadahkan tangannya ke

langit seraya berseru: *“Ya Robbku, Ya Robbku”*, sedangkan makanannya haram, minumannya haram, pakaiannya haram dan dia diberi makan dari yang haram pula. Jika begitu bagaimana Allah akan mengabulkan doanya? (HR. Muslim)

Qarni (2008), menjelaskan dalam tafsir muyassar tentang surat Al-Baqarah ayat 168 bahwa manusia diwajibkan mengkonsumsi makanan yang halal dan baik oleh Allah Subhanahu wa Ta'ala . Dalam tafsir ini menjelaskan bahwa makanan yang halal dan baik dibedakan menjadi dua yakni halal dan baik akan dzat makanan itu sendiri serta tidak menjijikkan dan halal cara memperolehnya. Halal dzatnya ialah makanan yang telah ada dalam ayat-ayat alquran lainnya yakni dalam surat Al-Baqarah 173 yang artinya *“Sesungguhnya Allah hanya mengharamkan bagimu bangkai, darah, daging babi, dan binatang (ketika disembelih) disebut nama selain Allah...”*. dari ayat tersebut menjelaskan makanan yang haram yang menjijikkan. Sedangkan halal dan baik dari cara memperolehnya ialah memporeh makanan dengan cara halal, bukan dengan cara yang haram yakni dengan merampas, merampok, mencuri, riba, suap atau dengan cara-cara lain yang dilarang oleh syariat

Syanqithi (2006), dalam tafsirnya Tafsir Adhwa'ul Bayan menjelaskan tentang ayat 168 surat Al-Baqarah bahwa Allah telah membolehkan (menghalalkan) seluruh manusia agar memakan apa saja yang ada dimuka bumi, yaitu makanan yang halal, baik, dan bermanfaat bagi dirinya sendiri yang tidak membahayakan bagi tubuh dan akal pikirannya. Seperti dalam surat Al-Baqarah ayat 195 yang artinya *“Dan janganlah kamu menjatuhkan dirimu sendiri kedalam*

kebinasaan”. Segala apa saja yang boleh dikonsumsi berarti sudah mendapatkan standar kelayakan dari Allah.

Khamer (miras) adalah barang yang sifatnya haram karena dapat menghilangkan kesadaran manusia. Sedangkan makna (طَيِّبًا) *Tayyiban* adalah lawan dari *khabitsan* atau jelek/menjijikan, perkara yang baik adalah perkara yang secara akal dan fitrah dianggap baik. Secara akal (ilmu/pengetahuan) gula itu jelek untuk orang yang berdiabetes oleh sebab membahayakan kesehatan maka ini bukanlah perkara yang bukan *tayyib* namun jelek dan juga kecoa secara fitrah adalah hewan menjijikan meski ada sebagian orang yang tidak jijik, maka kecoa ini adalah hewan yang jelek/*khabits* dan bukan perkara *tayyib*. Maka dari itu mengkonsumsi kecoa dan gula (bagi orang yang sakit diabetes) berarti mengkonsumsi barang yang jelek/*Khabits* atau bukan yang *tayyib* sebagaimana Allah perintahkan. Seperti dalam surat Al-Baqarah ayat 195 yang artinya “*Dan janganlah kamu menjatuhkan dirimu sendiri kedalam kebinasaan*”. Dan juga dalam surat Al-A’raf ayat 157 yang artinya “*Dan mengharamkan bagi mereka segala yang buruk*” (Syanqithi, 2006).

Dari beberapa rumusan Halal dan Thayyib yang dikemukakan di atas, dapat dipahami bahwa makanan yang thayyib adalah makanan yang sehat, proporsional, lengkap, aman, serta halal. Makanan dan minuman yang halalan thayyibah atau halal dan baik serta bergizi tentu sangat berguna bagi kita, baik untuk kebutuhan jasmani dan rohani. Rachman (2002) mengungkapkan bahwa banyak pangan olahan yang bermanfaat untuk kesehatan manusia, diantaranya

ialah pemanfaatan mikroba untuk menghasilkan produk seperti; yoghurt, kefir, tempe dan cuka.

Salah satu hadist yang menjelaskan tentang olahan pangan yang bermanfaat untuk kesehatan manusia ialah makanan fermentasi seperti cuka Abidin (2011) menerangkan hadist tentang cuka sebagai berikut :

حَدَّثَنِي عَبْدُ اللَّهِ بْنُ عَبْدِ الرَّحْمَنِ الدَّارِمِيُّ أَخْبَرَنَا يَحْيَى بْنُ حَسَّانَ أَخْبَرَنَا سُلَيْمَانُ بْنُ بِلَالٍ عَنْ هِشَامِ بْنِ عُرْوَةَ عَنْ أَبِيهِ عَنْ عَائِشَةَ أَنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ نِعْمَ الْأُدْمُ أَوْ الْإِدَامُ الْخَلُّو حَدَّثَنَا مُوسَى بْنُ قُرَيْشٍ بْنُ نَافِعِ التَّمِيمِيِّ حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ صَالِحِ الْوُحَاظِيِّ حَدَّثَنَا سُلَيْمَانُ بْنُ بِلَالٍ بِهَذَا الْإِسْنَادِ وَقَالَ نِعْمَ الْأُدْمُ وَمَ يَشُكُّ (HR. Muslim)

Artinya : ”Telah menceritakan kepadaku Abdullah bin Abdurrahman Ad Darimi, telah mengabarkan kepadaku Yahya bin Hassan telah mengabarkan kepada kami Sulaiman bin Bilal dari Hisyam bin ‘Urwah dari Bapaknya dari Aisyah bahwa Nabi shallallahu ‘alaihi wasallam bersabda: “Sebaik-baik lauk pauk adalah cuka. Dan Telah menceritakannya pula kepada kami Musa bin Quraisy bin Nafi’ At Tamimi, Telah menceritakan kepada kami Yahya bin Shalih Al Wuhazhi, Telah menceritakan kepada kami Sulaiman bin Bilal dengan sanad ini, dan dia berkata; ‘Sebaik-baik lauk pauk -dengan tidak ada keraguan.-“ (HR. Muslim)

Penelitian ilmiah membuktikan bahwa cuka mengandung antibiotik yang baik untuk mencegah kerapuhan gigi, membersihkan alat-alat pencernaan, melawan bakteri-bakteri dan parasit-parasit yang ada dalam perut, mengaktifkan proses pencernaan dan metabolisme tubuh, membantu mengatasi obesitas, mengobati penyakit asma, alergi, juga pada kasus-kasus diare berat karena cuka mengandung sejumlah zat pengerut. Cuka juga bisa digunakan untuk mengobati sakit persendian, meminimalisir efek sengatan lebah, dan sengatan-sengatan lain seperti serangga dan hewan-hewan laut. (Abidin, 2011)

Setelah melihat hadist tentang salah satu produk fermentasi yakni cuka, dimana merupakan salah satu produk fermentasi yang memiliki manfaat yang baik dari segi medis, saat ini banyak pembuatan produk makanan fermentasi yang memiliki banyak manfaat juga bagi kesehatan manusia diantaranya yoghurt, kefir, kobucha dan minuman sinbiotik. Minuman sinbiotik merupakan produk pangan fermentasi yang baru dibidang pangan terdiri dari bakteri probiotik dan prebiotik juga memiliki banyak manfaat. Menurut Antarini (2011), menyatakan bahwa makanan sinbiotik merupakan makanan yang memberikan efek kesehatan yang lebih optimal, dimana dengan adanya probiotik merupakan bakteri pencernaan yang melindungi saluran pencernaan dari bakteri patogen serta melindungi dari masalah kanker saluran pencernaan, sedangkan prebiotik dalam makanan sinbiotik merupakan ingredien yang baik untuk pertumbuhan selektif pada bakteri probiotik karena bakteri patogen tidak dapat mengkonsumsi senyawa prebiotik.