

**EFEK WAKTU FERMENTASI TERHADAP
PRODUKSI SOYGURT DENGAN *Lactobacillus* sp.
ISOLAT DARI KOLOSTRUM AIR SUSU IBU (ASI)**

**ANDI AMPA ULENG
H 511 03 067**

16/08/2007
Fak. MIPA
(Saka eks
haliah
1080)



**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007**

**EFEK WAKTU FERMENTASI TERHADAP PRODUKSI SOYGURT
DENGAN *Lactobacillus* sp. ISOLAT DARI KOLOSTRUM
AIR SUSU IBU (ASI)**

SKRIPSI

untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi
syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana

**ANDI AMPA ULENG
H 511 03 067**

**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007**

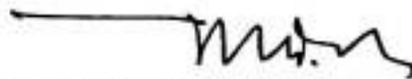
**EFEK WAKTU FERMENTASI TERHADAP PRODUKSI SOYGURT
DENGAN *Lactobacillus* sp. ISOLAT DARI KOLOSTRUM
AIR SUSU IBU (ASI)**

ANDI AMPA ULENG

H 511 03 067

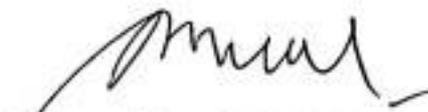
Disetujui oleh :

Pembimbing Utama,



**Dr. M. Natsir Djide, MS, Apt.
NIP. 130 785 083**

Pembimbing Pertama,



**Dra. Rosany Tayeb, M.Si, Apt.
NIP. 131 637 601**

Pembimbing Kedua,



**Dra. Sartini, M.Si, Apt.
NIP. 131 696 792**

Pada tanggal Agustus 2007

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh waktu fermentasi terhadap produksi soygurt (susu kedelai fermentasi) dengan menggunakan *Lactobacillus* sp. isolat dari Kolostrum Air Susu Ibu (ASI). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mampukah *Lactobacillus* sp. isolate dari ASI memfermentasi susu kedelai dan menentukan pengaruh lama waktu fermentasi terhadap kadar total asam laktat, organoleptik, nilai pH, efek antibakteri, dan jumlah bakteri asam laktat. Efek waktu fermentasi terhadap produksi soygurt didasarkan pada analisis total asam laktat dengan metode alkalimetri, organoleptik dengan uji hedonik, nilai pH dengan menggunakan kertas pH universal, efek antibakteri dengan metode difusi kemudian diukur zona hambatnya dan jumlah bakteri asam laktat dengan menggunakan medium Glucose Yeast Pepton Agar (GYPA) yang ditambahkan CaCO_3 kemudian dihitung dengan menggunakan metode Standard Plate Count (SPC). Penelitian ini menggunakan 3 variasi waktu fermentasi yaitu 12 jam, 18 jam, dan 24 jam. Berdasarkan hasil analisis diperoleh data bahwa *Lactobacillus* sp isolate dari ASI dapat memfermentasi susu kedelai dan lama waktu fermentasi tidak berpengaruh terhadap kadar total asam laktat, efek antibakteri, organoleptik, nilai pH, dan jumlah bakteri asam laktat pada setiap perlakuan

Kata Kunci : *Lactobacillus* sp. isolat dari Kolostrum Air Susu Ibu (ASI),
Soygurt

ABSTRACT

The research of the influence of fermentate to soygurt product by using *Lactobacillus sp* isolate from Colostrum Mother's Breast Milk has been done. It was aimed to know the ability of *Lactobacillus sp.* to fermentate Mother's breast milk and determine the range of fermentate times of lactate acid total content, organoleptic, pH value, antibacterial effect, and the number of lactate acid bacteria. The influence of fermentation time to soygurt product based on the analyzis of lactate acid total content by using alkalimetric method, the organoleptic by using hedonic test, pH value by using universal paper, antibacterial effect by using diffusion method, the measurement of inhibit zone, and the number of lactate acid at medium Glucose Yeast Pepton Agar (GYPA) which CaCO_3 by using Standard Plate Count (SPC). This research used 3 types of variation time; 12 hours, 18 hours and 24 hours. Based on this statistic analyze, it was found that *Lactobacillus sp.* could fermentate soybean Milk and the fermentation time did not influence the lactate acid total content, antibacterial effect, organoleptic, pH value, and the number of lactate acid bacteria.

Key words : *Lactobacillus sp.* isolate from Colostrum Mother's Breast Milk,
Soygurt

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga terwujud harapan untuk menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Efek Waktu Fermentasi Terhadap Produksi Soygurt dengan *Lactobacillus* sp. Isolat dari Kolostrum Air Susu Ibu (ASI)". Sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Melalui kesempatan ini perkenankanlah penulis menghaturkan dengan tulus ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak **Dr. M. NATSIR DJIDE, MS. Apt** selaku Pembimbing Utama, Ibu **Dra. ROSANY TAYEB, M.Si, Apt.** selaku Pembimbing Pertama serta sebagai Penasehat Akademik dan Ibu **Dra. SARTINI, M.Si, Apt.** selaku Pembimbing Kedua, atas segala ketulusan dan keikhlasannya dalam membimbing, memberikan petunjuk, menyumbangkan pikiran dan tenaga dalam pelaksanaan penelitian dan penyelesaian skripsi ini.

Demikian pula penulis menyampaikan terima kasih kepada Ketua Jurusan Farmasi FMIPA UNHAS beserta seluruh staf atas segala fasilitas yang diberikan selama penulis menempuh studi hingga menyelesaikan skripsi ini.

Terima kasih untuk kedua orang tuaku yang tercinta **ANDI PASSAMULA** dan **Hj. NURLELA, S.pd.** serta kakak dan adik-adikku tersayang (**Andi Sada, Andi Dolong** dan **Andi Pataral**) atas perhatian, dukungan, kasih sayang dan doa yang tidak pernah putus.

Untuk orang yang selalu mendukungku (Muh. Aswin, Arnita Sahara, Aisyah, Sulfianti, Sulfiana), untuk sahabatku tersayang (Lily, Ulfa, Yuyu dan Awie), untuk Kak Lia dan Ibu Is, untuk teman-teman seperjuangan di Lab. Mikro (Arjuna, Anna, Maryam, Ilfa, Fausiah, Paryany, Sari, Farida, Karlina, Yusti, Ama, Ira Eka, Rahmatia) dan terkhusus untuk teman-teman seperjuangan yang namanya tidak dapat ditulis satu persatu, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan dan bantuannya selama ini.

Hanya ini yang dapat penulis persembahkan kepada semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis sebagai ungkapan rasa syukur dan terima kasih yang tak terhingga.

Semoga tulisan sederhana ini dapat memberikan manfaat bagi semua. Semoga Allah SWT senantiasa meridhai kita semua. AMIN....

Makkassar, Agustus 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Kedelai	4
II.1.1 Klasifikasi Kedelai	9
II.1.2 Morfologi Kedelai	10
II.2 Soygurt	10
II.3 Manfaat Soygurt	12
II.4 Teknologi Fermentasi	14
II.5 Fermentasi Asam Laktat	16
II.6 Bakteri Asam Laktat	19
II.7 Metabolisme Bakteri Asam Laktat	22

II.8 Air Susu Ibu (ASI)	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
III.1 Alat dan Bahan	33
III.1.1 Alat yang digunakan	33
III.1.2 Bahan yang digunakan	33
III.2 Cara Kerja	33
III.2.1 Penyiapan Alat	33
III.2.2 Pembuatan Susu Kedelai	34
III.2.4 Pembuatan Medium Starter	34
III.2.5 Pembuatan Kultur Bakteri	34
III.3 Pembuatan Soygurt	35
III.4 Analisis Soygurt	35
III.4.1 Analisis Total Asam	35
III.4.2 Analisis Organoleptik	35
III.4.3 Analisis Jumlah Bakteri Asam Laktat	36
III.4.4 Analisis Efek Antibakteri	36
III.5 Pengumpulan Data	37
III.6 Analisis Data	37
III.7 Pembahasan Hasil Penelitian	37
III.8 Pengambilan Kesimpulan	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
IV.1 Hasil Penelitian	39
IV.2 Pembahasan	40

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
V.1 Kesimpulan	47
V.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
Lampiran	

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Komposisi kimia kedelai kering per 100 g	7
2. Komposisi karbohidrat kedelai	8
3. Komposisi susu kedelai cair dan susu sapi	11
4. Hasil uji organoleptik	49
5. Hasil perhitungan kadar total asam	50
6. Hasil perhitungan jumlah bakteri asam laktat	51
7. Hasil pengukuran zona hambatan	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Reaksi aktivasi glukosa	24
2. Reaksi enzim aldolase dari triosafosfat isomerase	24
3. Reaksi pembentukan asam laktat	25
4. Susu Kedelai fermentasi (Soygurt)	55
5. Koloni <i>Lactobacillus</i> sp. dalam soygurt	56
6. Efek antibakteri soygurt	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Skema Kerja	58
2. Hasil Perhitungan Analisis Statistik Total Asam dengan metode RAL	59
3. Hasil Perhitungan Analisis Statistik Efek Antibakteri dengan metode RAL	61

BAB I

PENDAHULUAN

Dalam dunia pengobatan, para tabib dan ahli botani telah menggunakan kedelai untuk mengatasi aneka macam penyakit. Berdasarkan penelitian ilmiah, terbukti bahwa kedelai dengan berbagai produk (tempe dan susu kedelai) mampu mengatasi penyakit kanker, menurunkan kadar kolesterol, menghambat menopause, mencegah osteoporosis, dan mampu meningkatkan imunitas tubuh. Kedelai sangat berkhasiat bagi pertumbuhan dan menjaga sel-sel dalam tubuh, baik dalam bentuk makanan dan minuman. Protein yang dikandung kedelai selain lebih banyak, juga lebih berkualitas dibandingkan dengan yang dikandung kacang-kacangan lainnya (1, 2).

Susu kedelai adalah produk seperti susu sapi yang dibuat dari biji kedelai, merupakan minuman yang bergizi tinggi, terutama karena kandungan proteinnya. Selain itu, susu kedelai juga mengandung lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, provitamin A, vitamin B kompleks, isoflavon dan air dimana tidak jauh beda dengan komposisi pada susu sapi seperti protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, besi vitamin A, vitamin B1, vitamin C dan air. Susu kedelai fermentasi biasa juga disebut soygurt (3).

Saat ini produk susu fermentasi dibuat secara pabrikasi di banyak Negara dengan menggunakan bakteri asam laktat (BAL). Bakteri asam

laktat dan *Bifidobakteria* umumnya memenuhi status GRAS (*Generally Recognized As Safe*), yaitu aman bagi manusia. Kelompok bakteri ini termasuk dalam bakteri probiotik yaitu bakteri yang dalam jumlah tertentu mempunyai efek menguntungkan bagi kesehatan, seperti menjaga keseimbangan flora normal, menurunkan kolesterol, dll (4, 5).

Bakteri asam laktat terdapat didalam susu sejak susu keluar dan akan mengalami pertumbuhan bila persyaratan tumbuhnya sesuai, seperti suhu, oksigen, keasaman, dan kandungan nutrisi yang tersedia di dalam susu. Sebagian besar kandungan dari air susu ibu adalah karbohidrat (laktosa dan oligosakarida) yang merupakan substrat fermentasi, dimana bakteri asam laktat memecah laktosa menjadi asam laktat, yang mana merupakan prinsip dasar fermentasi bakteri asam laktat (6,7). Produk fermentasi nabati yang melibatkan bakteri asam laktat di antaranya adalah pikel buah dan sayuran, sauerkraut, kimchi, minuman beralkohol, produk fermentasi kedelai seperti tauco, miso, tempe, roti seperti idly sejenis roti di india. Sedangkan produk fermentasi susu yang sudah dikenal diantaranya yoghurt, keju, yakult, kefir, dadih, koumis, dan lain-lain (15).

Beberapa pustaka menyatakan bahwa kolostrum ASI mengandung bakteri asam laktat (BAL) yaitu genus *Lactobacillus* seperti *Lactobacillus gasseri* dan *Lactobacillus fermentum strains* (6) , hal ini dibuktikan dari penelitian yang dilakukan oleh Lily Muliani dengan cara mengisolasi BAL dari Kolostrum Air Susu Ibu (ASI) dan memberikan hasil positif adanya bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat hasil isolasi dari ASI tersebut

dapat difermentasikan ke dalam susu kedelai yang mengandung karbohidrat sehingga membentuk susu kedelai fermentasi atau dapat disebut Soygurt. Menurut Surono (2004) bakteri asam laktat yang berasal dari susu tidak dapat digunakan untuk memfermentasi susu nabati dan sari buah, yang cocok adalah bakteri asam laktat asal tanaman.

Pada umumnya pembuatan soygurt memerlukan waktu inkubasi atau waktu fermentasi selama 18 jam dengan suhu 37°C sampai terbentuk gumpalan yang menandakan hasil positif bahwa susu kedelai telah terfermentasi (27).

Sesuai uraian di atas maka masalah yang timbul yaitu dapatkah bakteri asam laktat yang diisolasi dari Kolostrum ASI memfermentasi susu kedelai dan waktu fermentasi berapakah yang menghasilkan soygurt dengan kriteria yaitu pH 4 – 5, jumlah bakteri asam laktat $10^8 - 10^{11}$ koloni/ml (Jawetz, 1980), mempunyai efek antibakteri, dan total asamnya adalah tidak kurang dari 0,5% (20).

Berdasarkan hal tersebut, maka akan dilakukan penelitian pembuatan soygurt dengan memanfaatkan *Lactobacillus* sp. isolat dari kolostrum air susu ibu (ASI) dengan tujuan mengetahui dapatkah *Lactobacillus* sp. asal susu memfermentasi susu kedelai dan mengetahui pengaruh waktu fermentasi terhadap produksi soygurt sehingga dapat menghasilkan minuman yang aman dikonsumsi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Kedelai

Menurut para ahli botani, kedelai adalah tanaman yang berasal dari Manchuria dan sebagian Cina, dan terdapat beberapa jenis kedelai liar yang tergolongkan dalam jenis *Glycine ussuriensis*. Kedelai yang dikenal sekarang termasuk dalam suku Leguminosa, marga *Glycine* dan jenis *max*, sehingga nama latinnya dikenal sebagai *Glycine max* (L.) Merr. Tanaman ini tumbuh baik dengan pH 4,5 yang tetap dapat memberikan hasil (9).

Saat ini kedelai merupakan salah satu tanaman multiguna karena bisa digunakan sebagai pangan, pakan, maupun bahan baku berbagai industri manufactur dan olahan. Dewasa ini pola konsumsi masyarakat bergeser dari bahan makanan hewani ke bahan makanan nabati. Hal ini terjadi karena masyarakat berusaha menghindar dengan makanan berkolesterol tinggi setelah diketahui adanya korelasi yang positif antara penyakit jantung koroner dengan kadar kolesterol tinggi pada serum darah. Bahan makanan hewani banyak mengandung kolesterol sedangkan bahan makanan nabati tidak demikian, terutama kacang kedelai (9).

Sejak dulu kacang kedelai merupakan primadona, terutama bagi orang timur, karena kandungan gizi dalam kacang kedelai yang sangat

tinggi sehingga dapat bermanfaat bagi kesehatan. Ada beberapa kelebihan dari kedelai menurut Hembing (10) :

1. Kacang kedelai mencegah jantung koroner. Umumnya penyakit jantung diakibatkan tersumbatnya pembuluh darah dan terhambatnya sirkulasi darah karena berlebihan penyerapan protein hewani akibat kebiasaan mengkonsumsi makanan kaya lemak. Dalam hal ini, kacang kedelai tidak mengandung minyak jenuh sehingga dapat dibuat menjadi makanan rendah kalori dan sangat efektif untuk pencegahan jantung dan penyakit yang disebabkan oleh *high fat (hyperlipemia)*.
2. Pencegahan stroke. Penelitian tentang penyakit stroke yang melibatkan hewan-hewan laboratorium menunjukkan bahwa senyawa-senyawa dalam kedelai dapat berkhasiat mencegah stroke dan mengatasi hipertensi.
3. Atasi diabetes militus dan arteriosclerosis. Kacang kedelai yang kaya akan pati dan serat tidak memicu timbulnya kegemukan. Oleh karena itu, mereka yang mengkonsumsi kacang kedelai akan terhindar dari obesitas (kegemukan) dan penyakit penyertanya yaitu diabetes militus.
4. Kacang kedelai menambah darah. Protein adalah bagian penting untuk membentuk sel tubuh, selain sebagai bahan baku untuk memproduksi darah. Kacang kedelai mengandung protein sebanyak 35% adalah makanan ideal untuk pencegahan anemia karena mengandung asam amino yang biasanya terdapat pada daging.

5. Mencegah epilepsi. Kacang kedelai mengandung senyawa asam glutamat yang dapat mencegah terjadinya epilepsi.
6. Mencegah penyakit ginjal. Protein kedelai lebih mudah diterima oleh ginjal.
7. Kacang kedelai dapat meningkatkan imunitas. Penelitian menunjukkan bahwa peptida (rangkaiian asam amino) dapat menciptakan sistem kekebalan tubuh yang membantu tubuh melawan berbagai serangan penyakit.
8. Penyembuhan kanker usus. Penelitian di Amerika akhir-akhir ini menunjukkan bahwa orang Amerika yang menjadikan kedelai dan tahu sebagai bagian dari menu mereka sehari-hari memiliki tingkat kanker usus yang lebih rendah secara signifikan dibandingkan dengan rekan mereka yang tidak mengkonsumsi.
9. Membantu penderita *lactose intolerance*. Bakteri asam laktat dapat memecah laktosa yang ada di dalam susu sehingga orang yang penderita yang tidak mampu mencerna laktosa dengan baik tetap dapat mengkonsumsi susu kedelai sehingga tidak akan menyebabkan diare.

Dilihat dari segi pangan dan gizi, maka kedelai mengandung zat-zat gizi yang cukup lengkap dengan komposisi kimia seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia kedelai kering per 100 g

Komposisi	Jumlah
Kalori (kkal)	331,0
Protein (gram)	34,9
Lemak (gram)	18,1
Karbohidrat (gram)	34,8
Kalsium (mg)	227,0
Fosfor (mg)	585,0
Besi (mg)	8,0
Vitamin A (SI)	110,0
Vitamin B1 (mg)	1,1
Air (gram)	7,5

Kedelai merupakan sumber protein yang paling murah di dunia, disamping menghasilkan minyak dengan mutu yang baik. Beberapa varietas kedelai yang ada di Indonesia mempunyai kadar protein 30,53 – 44%, sedangkan kadar lemaknya 7,5 – 20,9% (9).

Kedelai mengandung mengandung karbohidrat sekitar 35% dari kandungan karbohidrat tersebut hanya 12 – 14% saja yang dapat digunakan tubuh secara biologis. Karbohidrat pada kedelai terdiri dari golongan oligosakarida dan golongan polisakarida. Golongan oligosakarida terdiri dari sukrosa, stakiosa, dan raffinosa yang larut air. Sedangkan golongan polisakarida terdiri dari arabinogalaktan dan bahan-

bahan selulosa yang tidak larut dalam air dan alkohol. Jenis dan jumlah karbohidrat dalam biji kedelai seperti tabel 2

Tabel 2. Komposisi karbohidrat kedelai

Komponen	Jumlah (%biji utuh)
Selulosa	40,0
Hemiselulosa	15,0
Stakhiosa	3,8
Raffinosa	1,1
Sukrosa	5,0
Gula lainnya*)	sedikit

Kedelai mengandung senyawa yang berguna seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral, juga serat kedelai. Ternyata pada kedelai terdapat juga senyawa anti gizi dan senyawa penyebab off-flavor (penyimpangan cita rasa dan aroma pada produk olahan kedelai). Di antara senyawa anti gizi yang sangat mempengaruhi mutu produk olahan kedelai adalah antitripsin, hemaglutinin, asam fitat, oligosakarida penyebab flatulensi (timbulnya gas dalam perut hingga menyebabkan perut menjadi kembung). Sedangkan senyawa penyebab off-flavor pada kedelai adalah glukosida, saponin, estrogen, dan senyawa penyebab alergi. Dalam pengolahan bahan-bahan tersebut harus dihilangkan atau dinaktifkan, sehingga dihasilkan produk olahan kedelai dengan mutu terbaik dan aman dikonsumsi oleh manusia (9).

Masalah utama dalam pengolahan kedelai adalah terdapatnya senyawa anti gizi dan senyawa off-flavor (menimbulkan bau langu, rasa pahit dan rasa kapur). Kehadiran kedua kelompok senyawa tersebut dalam produk olahan kedelai menyebabkan mutunya menjadi rendah atau bahkan tidak layak dikonsumsi oleh manusia. Cara yang dapat dilakukan untuk menghilangkan bau langu yaitu (9):

- a. Menggunakan air panas (suhu $80 - 100^{\circ}\text{C}$) pada saat penggilingan kedelai.
- b. Merendam kedelai dalam air panas (suhu 80°C) selama 10 – 15 menit, sebelum kedelai digiling.

Produk olahan kedelai dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu makanan nonfermentasi dan makanan terfermentasi. Makanan Nonfermentasi dapat berupa hasil pengolahan tradisional yang terdapat dan berpotensi di pasaran dalam negeri adalah tempe, kecap tauco, sedangkan produk nonfermentasi dari hasil industri tradisional adalah tahu dan kembang tahu. Sedangkan produk/makanan terfermentasi yang merupakan hasil pengolahan industri modern diantaranya yoghurt kedelai (soygurt) dan keju kedelai (soycheese) (9).

II.1.1 Klasifikasi (11)

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Anak Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae

Anak Kelas	:Archichlamydae
Bangsa	: Rosales
Suku	: Leguminosae
Marga	: Glycine
Jenis	: <i>Glycine max</i> (L.) Merr

II.1.2 Morfologi Tanaman Kedelai (11)

Tanaman kedelai umumnya tumbuh tegak, berbentuk semak, dan merupakan tanaman semusim. Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utamanya, yaitu akar, daun, batang, polong, dan biji sehingga pertumbuhannya bisa optimal.

II.2 Soygurt (Susu Kedelai Fermentasi).

Susu kedelai adalah produk seperti susu sapi, tetapi dibuat dari ekstrak kedelai. Susu kedelai diperoleh dengan cara penggilingan biji kedelai yang telah direndam didalam air. Hasil penggilingan kemudian disaring untuk memperoleh filtrat. Susu kedelai merupakan minuman yang bergizi tinggi (9).

Susu kedelai jika difermentasi diperoleh soygurt. Soygurt adalah produk fermentasi dari susu kedelai yang menggunakan kultur (biakan murni) bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*, yang telah umum digunakan dalam proses pembuatan yogurt (9).

Dipandang dari segi gizi, susu kedelai yang dibuat dengan kadar protein mendekati 3% mempunyai nilai gizi mendekati susu sapi. *Protein Efisiensi Ratio* (PER) susu kedelai adalah 2,3 sedangkan PER susu sapi

adalah sebesar 2,5. Komposisi susu kedelai hampir sama dengan susu sapi dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Komposisi Susu Kedelai Cair dan Susu Sapi

Komponen	Susu Kedelai	Susu Sapi
Kalori (Kkal)	41,00	61,00
Protein (g)	3,50	3,20
Lemak (g)	2,50	3,50
Karbohidrat (g)	5,00	4,30
Kalsium (mg)	50,00	143,00
Fosfor (g)	45,00	60,00
Besi (g)	0,70	1,70
Vitamin A (SI)	200,00	130,00
Vitamin B1 (tiamin) (mg)	0,08	0,03
Vitamin C (mg)	2,00	1,00
Air (g)	87,00	88,33

Karena itu susu kedelai dapat digunakan sebagai pengganti susu sapi. Susu ini baik dikonsumsi oleh mereka yang alergi susu sapi, yaitu orang-orang yang tidak punya atau kurang enzim laktase dalam saluran pencernaannya, sehingga tidak mampu mencerna laktosa dalam susu sapi. Untuk balita dua gelas susu kedelai sudah dapat memenuhi 30% kebutuhan protein sehari. Dibandingkan dengan susu sapi, komposisi asam amino dalam protein susu kedelai kekurangan jumlah asam amino metionin dan sistein. Tetapi, karena kandungan asam amino lisin yang

cukup tinggi, maka susu kedelai dapat meningkatkan nilai gizi protein dari nasi dan makanan sereal lainnya.

Susu kedelai dapat dibuat dengan menggunakan teknologi dan peralatan yang sangat sederhana yang tidak memerlukan keterampilan tinggi, maupun dengan teknologi modern dalam pabrik. Hal yang paling penting untuk diperhatikan adalah jenis karbohidrat pada susu kedelai sangat berbeda dengan karbohidrat dalam susu sapi. Karbohidrat pada susu kedelai terdiri atas golongan oligosakarida dan polisakarida yang tidak dapat dicerna atau digunakan sebagai sumber energi maupun sumber karbon oleh kultur starter (9).

Persyaratan mutu untuk susu kedelai di Indonesia belum ada, tetapi di luar negeri telah ditentukan standar mutu susu kedelai sebagai berikut : kadar protein minimal 3%, kadar lemak 3%, kandungan total padatan 10% dan kandungan bakteri maksimum 300 koloni per gram serta tidak mengandung bakteri koli (9).

II.3 Manfaat Soygurt bagi Kesehatan

Manfaat dari susu fermentasi terhadap kesehatan yaitu (4) :

1. Membantu penderita *Lactosa Intolerance*

Lactose intolerance atau ketidakmampuan mencerna laktosa terjadi karena kurangnya produksi enzim beta-betagalaktosidase oleh sel epitel usus halus akibat kelainan genetik. Akibatnya laktosa dalam usus halus tidak dapat dicerna menjadi galaktosa dan glukosa sebelum diangkut ke dalam tubuh untuk metabolisme lebih lanjut.

Molekul laktosa yang tidak dapat diserap tubuh kemudian masuk ke dalam usus besar dan dihidrolisis oleh bakteri yang memproduksi yang terdapat dalam saluran pencernaan. Galaktosa dan glukosa yang terbentuk akan dimetabolisme oleh bakteri heterofermentatif dan homofermentatif menghasilkan asam dan sejumlah gas di dalam usus besar sehingga menyebabkan terjadinya diare, kembung dan sakit perut.

Produk fermentasi susu sangat baik bagi penderita *lactose intolerance* karena sebagian besar laktosa sudah dipecah oleh bakteri asam laktat sehingga kandungan laktosanya rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi yoghurt atau soygurt yang mengandung bakteri hidup dapat meningkatkan kemampuan untuk mencerna laktosa.

2. Mengurangi Resiko Infeksi Saluran Pencernaan

Beberapa produk probiotik atau fermentasi susu telah terbukti dapat mencegah infeksi saluran pencernaan. Pemberian susu asidofilus secara terus menerus dapat menurunkan kasus diare pada anak-anak yang menderita infeksi *Salmonella* dan *Shigela*.

3. Menurunkan Kadar Kolesterol

Dasar ilmiah atas dugaan bahwa konsumsi produk susu fermentasi yang banyak mengandung bakteri asam laktat dapat menurunkan kadar kolesterol serum darah sehingga menurunkan resiko penyakit jantung koroner memang belum pasti. Namun dari beberapa

penelitian yang telah dilakukan terbukti beberapa galur bakteri asam laktat mampu melakukan metabolisme kolesterol dari makanan dalam usus halus sehingga tidak diserap oleh tubuh. Selain itu bakteri asam laktat dapat melakukan dekonyugasi garam empedu dalam usus halus untuk mencegah absorpsi kembali oleh tubuh sehingga merangsang hati untuk mensintesis lebih banyak garam empedu dari kolestrum serum. Kedua hal ini dapat menyebabkan penurunan kadar kolesterol dalam serum.

4. Mengurangi resiko kanker

Beberapa penelitian membuktikan bahwa dengan mengkonsumsi produk susu fermentasi yang mengandung bakteri asam laktat dapat menurunkan resiko timbulnya kanker atau tumor dalam saluran pencernaan. Bakteri-bakteri dalam saluran pencernaan akan memproduksi beberapa enzim yang dapat mengkatalisis konversi senyawa prokarsinogenik dalam makanan menjadi karsinogen.

II.4 Teknologi Fermentasi

Teknologi fermentasi telah membuka lembaran baru dalam upaya manusia untuk memanfaatkan bahan-bahan yang murah harganya dan bernilai tinggi dan berguna bagi kesejahteraan umat manusia. Lebih lanjut lagi kemajuan-kemajuan yang dicapai dibidang teknologi fermentasi telah memungkinkan manusia untuk memproduksi berbagai jenis produk yang tidak dapat atau sulit diproduksi melalui proses kimia (12).

Teknologi fermentasi merupakan ilmu dan teknik terapan yang saat ini berkembang pesat. Teknologi fermentasi mempunyai bidang cakupan yang luas, yaitu mulai dari teknik produksi makanan fermentasi, minuman beralkohol, produksi biomassa (inokulum, protein sel tunggal), produksi asam-asam organik, asam-asam amino, enzim, vitamin, antibiotik, dan sebagainya sampai pada teknik penanganan limbah (12).

Fermentasi berasal dari bahasa latin *fervere* yang artinya mendidihkan, yaitu berdasarkan ilmu kimia terbentuknya gas-gas dari suatu cairan kimia yang pengertiannya berbeda dengan air mendidih. Gas yang terbentuk tersebut di antaranya karbondioksida (CO_2).

Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik, akan tetapi, terdapat definisi yang lebih jelas yang mendefinisikan fermentasi sebagai respirasi dalam lingkungan anaerobik dengan tanpa aseptor elektron eksternal (13).

Pada saat ini, industri farmasi dibagi menjadi empat kelompok (23) :

1. Industri fermentasi yang menghasilkan biomassa sel mikroorganisme seperti industri ragi roti dan produk sel tunggal (PST)
2. Industri fermentasi yang menghasilkan enzim mikrobial seperti amilase, protease, katalase, lipase, selulase, dan lain-lain
3. Industri fermentasi yang menghasilkan metabolit tertentu, misalnya alkohol, gliserol, asam cuka, glutamat, lisin, polisakarida, vitamin, dan lain-lain

4. Industri fermentasi yang menghasilkan senyawa-senyawa kimia tertentu dengan proses transformasi seperti steroida, antibiotika, prostaglandin, dan lain-lain

II.5 Fermentasi Asam Laktat

Fermentasi terbagi dua tipe berdasarkan tipe kebutuhan akan oksigen yaitu tipe aerobik dan anaerobik. Tipe aerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya memerlukan oksigen. Semua organisme untuk hidupnya memerlukan sumber energi yang diperoleh dari hasil metabolisme bahan pangan, di mana organisme itu berada. Mikroorganisme adalah organisme yang memerlukan energi tersebut. Bahan energi yang paling banyak digunakan mikroorganisme untuk tumbuh adalah glukosa. Dengan adanya oksigen maka mikroorganisme dapat mencerna glukosa menghasilkan air, karbondioksida dan sejumlah besar energi (14).

Sedangkan tipe anaerobik adalah fermentasi yang pada prosesnya tidak memerlukan oksigen. Beberapa mikroorganisme dapat mencerna bahan energinya tanpa adanya oksigen. Jadi hanya sebagian bahan energi itu dipecah, yang dihasilkan adalah sebagian dari energi, karbondioksida dan air, termasuk sejumlah asam laktat, asetat, etanol, asam *volatile*, alkohol dan *ester*.

Berbagai jenis makanan dan minuman yang diproduksi melalui proses fermentasi telah lama dikenal dan digemari. Pada dasarnya

produk-produk fermentasi makanan dan minuman dapat dikelompokkan menjadi (12) :

1. Produk makanan dengan nilai gizi yang tinggi
2. Produk makanan hasil proses fermentasi asam
3. Produk dimana etanol merupakan hasil utama proses fermentasi, dan
4. Produk fermentasi yang dikonsumsi sebagai saus dan penyedap rasa

Dalam fermentasi keasaman yang rendah disebabkan karena terbentuknya asam yaitu D (-) asam laktat dan L(+) asam laktat, sehingga fermentasi ini disebut dengan fermentasi asam laktat. Prinsip fermentasi asam laktat secara umum yaitu (7) :

1. Dari Lakton
 - a. Laktosa berubah menjadi glukosa atau fruktosa 1,6 difosfat yang kemudian dirombak menjadi gliseraldehid 3-fosfat dan dihidrogen aseton fosfat, selanjutnya gliseraldehid akan diubah berturut-turut menjadi 1,3 difosfat, asam gliserat, 3 fosfat asam gliserat, 2 fosfat asam gliserat, fosfoenol asam piruvat, asam piruvat dan terakhir terbentuk asam laktat.
 - b. Laktosa menjadi laktosa fosfat, kemudian galaktosa fosfat, selanjutnya dirombak menjadi gliseraldehid 3 fosfat dan dihidrogen aseton fosfat seperti pada prinsip pertama. Perubahan dari gliseraldehid 3 fosfat menjadi asam laktat berlangsung seperti pada prinsip pertama tersebut di atas.

2. Dari Asam Sitrat

Asam sitrat berubah menjadi oksaloasetat dari asam asetat. Dengan mengeluarkan CO_2 , oksaloasetat akan berubah menjadi asam piruvat yang selanjutnya menjadi asam laktat,

3. Dari Glukosa

Glukosa akan berubah berturut-turut menjadi glukosa 6 fosfat, gliseraldehid fosfat, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$. Dari $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ akan dirombak menjadi asam piruvat dan asetaldehid. Asam piruvat akan diubah menjadi asam laktat, sedangkan asetaldehid akan menjadi etanol. Selanjutnya etanol akan diubah menjadi asam laktat.

Beberapa manfaat dari makanan produk fermentasi asam adalah (15) :

1. Makanan menjadi lebih awet dari bentuk segarnya karena kondisi asam tidak disukai oleh bakteri kontaminan serta mencegah berkembangnya toksin pada makanan.
2. Kemungkinan makanan sebagai media mikroba patogen berkurang.
3. Makanan mengalami perubahan citarasa yang digemari dan sering meningkatkan nilai gizinya, karena umumnya lebih mudah dicerna karena telah mengalami penguraian selama proses fermentasi dan terbentuk molekul-molekul yang lebih sederhana dan lebih mudah dicerna.

II.6 Bakteri Asam Laktat

Penggunaan kultur mikroorganisme dalam pengolahan pangan misalnya dalam pembuatan makanan fermentasi, terutama ditujukan untuk mengubah bahan pangan asalnya selain tujuan utama tersebut, penggunaan kultur mikroorganisme mempunyai beberapa keuntungan lainnya, diantaranya adalah (14) :

1. Penggunaan kultur mikroorganisme dapat mengawetkan dan meningkatkan keamanan makanan karena beberapa diantaranya dapat memecah substrat menjadi asam dan menurunkan pH makanan sehingga mikroorganisme pembusuk dan patogen tidak dapat tumbuh. Selain itu beberapa mikroorganisme yang digunakan sebagai kultur dalam pengolahan makanan dapat membentuk senyawa-senyawa antimikroba.
2. Penggunaan kultur mikroorganisme dapat meningkatkan nilai gizi makanan karena mikroorganisme dapat memecah komponen-komponen makanan menjadi senyawa-senyawa lain yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna atau diabsorpsi oleh tubuh.
3. Kultur mikroorganisme yang digunakan dalam pengolahan pangan dapat memecah substrat menjadi senyawa-senyawa yang berpengaruh terhadap cita rasa produk

Asal mula pengembangannya berbagai produk pengolahan susu (*dairy product*) seperti susu yang difermentasi, mentega dan keju, setelah kehilangan keantikannya. Kini diketahui bahwa fermentasi ini terutama

disebabkan oleh aktivitas sekelompok bakteri yang dinamakan bakteri asam laktat. Fermentasi oleh bakteri asam laktat menghasilkan pengawetan serta transformasi susu dan proses ini tanpa disadari telah digunakan selama beberapa ribu tahun lalu. Bakteri asam laktat memberikan banyak pengaruh yang menguntungkan dalam makanan yang ditumbuhi bakteri tersebut yaitu (15) :

1. Bakteri asam laktat memberikan pengaruh yang menghambat pertumbuhan banyak bakteri yang tidak dikehendaki sedangkan bakteri asam laktat sendiri pada umumnya tidak berbahaya: dengan cara ini, bakteri asam laktat mengawetkan susu.
2. Bakteri asam laktat menghasilkan modifikasi tekstur dan aroma atau citarasa yang sangat disenangi di dalam produk susu.
3. Bakteri asam laktat juga terkenal karena efek kesehatannya yang menguntungkan terhadap mikroflora usus.

Kalau dibiarkan tumbuh di dalam susu, bakteri ini akan memecah laktosa menjadi asam laktat banyak reaksi lainnya yang dapat terjadi, dan keadaan ini bergantung pada komposisi substrat, bahan aditif serta cara fermentasi (15).

Bakteri asam laktat memerlukan nutrisi yang sangat kompleks, oleh karena itu umumnya habitatnya kaya akan nutrisi seperti berbagai jenis makanan (susu, daging, minuman, dan sayuran). Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri asam laktat

sangat beragam, namun komposisi kimia dan kandungan nutrisi pada media sangat berpengaruh (15).

Secara fisiologis dan berdasarkan aktivitas metabolismenya, bakteri asam laktat dikelompokkan dalam dua grup, yaitu homofermentatif dan heterofermentatif (15).

Bakteri asam laktat homofermentatif melibatkan jalur *Embden Meyerhof*, yaitu glikolisis, menghasilkan asam laktat, 2 mol ATP 1 molekul glukosa/heksosa dalam kondisi normal, tidak menghasilkan CO₂ dan menghasilkan biomassa sel dua kali lebih banyak daripada bakteri asam laktat heterofermentatif. Secara umum bakteri asam laktat homofermentatif digunakan dalam susu fermentasi susu menjadi yoghurt, dan juga menghasilkan asam laktat sebagai asidulan dalam industri makanan dan industri polilaktat suatu industri polimer atau plastik ramah lingkungan. Bakteri asam laktat homofermentatif, lebih dari 85% produk akhirnya adalah asam laktat (15).

Sedangkan bakteri heterofermentatif banyak dimanfaatkan dalam industri susu untuk menghasilkan keju dan senyawa flavour, senyawa citarasa maupun pengental, yaitu eksopolisakarida (15).

Para peneliti telah membuktikan pentingnya peranan mikroflora diantaranya adalah bakteri asam laktat yang berperan positif menjaga keseimbangan mikroflora usus serta membantu meningkatkan sistem kekebalan tubuh yang mana dikenal sebagai efek probiotik.

II.7 Metabolisme Bakteri Asam Laktat

Bakteri Asam laktat dapat memetabolisir berbagai macam monosakarida menjadi glukosa-6-fosfat atau fruktosa -6 fosfat dan selanjutnya terjadi metabolisme melalui jalur EMP (*Embden Meyerhoff Parnas*). Pola fermentasi ini menjadi basis taksonomi bakteri dan identifikasi bakteri asam laktat.

Pada prinsipnya fermentasi glukosa terdiri dari dua tahap, yaitu (23) :

1. Pemecahan rantai karbon dari glukosa dan pelepasan sedikit dua pasang atom hidrogen, menghasilkan senyawa karbon lainnya yang teroksidasi daripada glukosa.
2. Senyawa yang teroksidasi tersebut direduksi kembali oleh atom hidrogen yang dilepaskan dalam tahap pertama, membentuk senyawa-senyawa lain sebagai hasil fermentasi.

Reaksi oksidasi tidak dapat berlangsung tanpa reaksi reduksi yang seimbang, oleh karena itu jumlah atom hidrogen yang dilepaskan dalam tahap pertama fermentasi selalu seimbang dengan jumlah yang digunakan dalam tahap kedua.

Dalam tahap pertama fermentasi glukosa selalu terbentuk asam piruvat. Pada jasad renik dikenal empat jalur pemecahan glukosa menjadi asam piruvat, yaitu (24) :

1. Jalur *Embden-Meyerhof-Parnas* (EMP) atau glikolisis ditemukan pada fungi dan kebanyakan bakteri, serta pada hewan dan manusia.
2. Jalur *Entner-Duaodroff* (ED) hanya ditemukan pada beberapa bakteri.

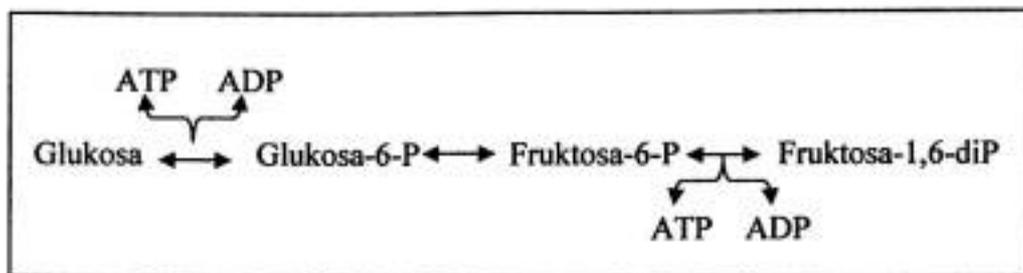
3. Jalur *Heksosamonofosfat* (HMF) ditemukan pada berbagai organisme.
4. Jalur *Fosfoketolase* (FK) hanya ditemukan pada bakteri yang tergolong *Laktobacilli* heterofermentatif

Jalur *Emden Meyerhoff Parnas* (EMP) merupakan reaksi glukosa menjadi piruvat yang paling umum terjadi pada kebanyakan bakteri, hewan maupun pada manusia pada reaksi metabolismenya. Meskipun bukan satu-satunya cara fermentasi glukosa, tetapi baik digunakan sebagai contoh katabolisme dalam proses fermentasi. Bakteri asam laktat homofermentatif menggunakan jalur EMP untuk menghasilkan asam piruvat dan selanjutnya direduksi menjadi asam laktat dengan melibatkan enzim *lactate dehidrogenase* menggunakan kelebihan NADH (15).

Jalur *Emden Meyerhoff Parnas* dibagi tiga tahap, yaitu (15) :

1. Aktivasi glukosa

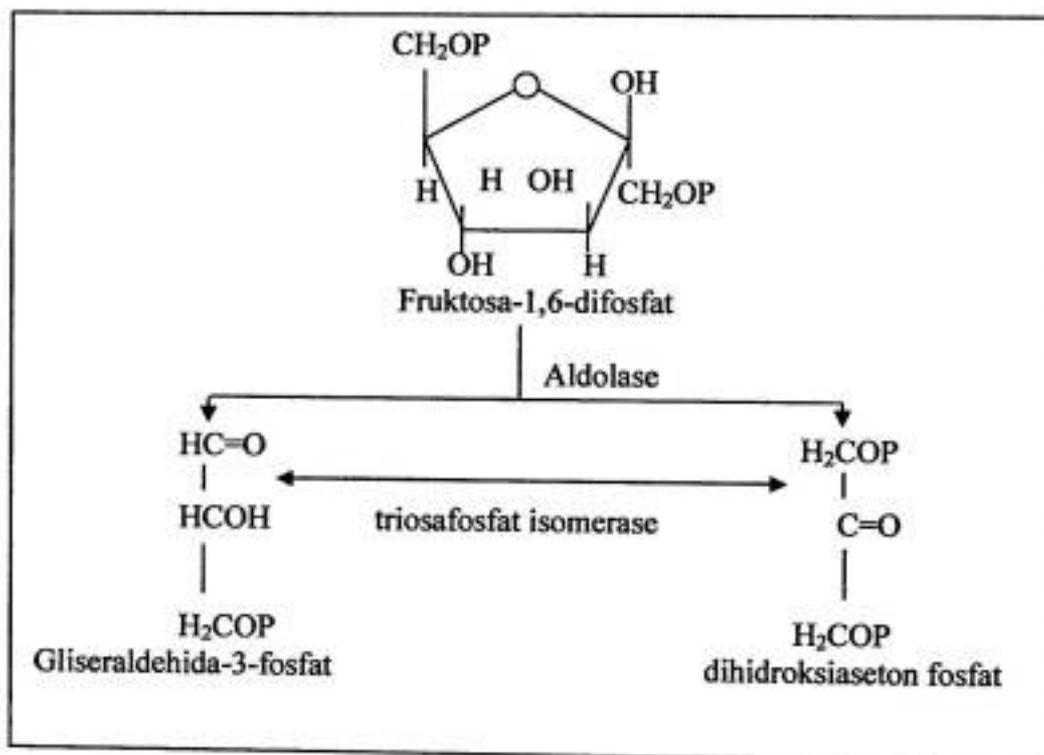
Sebagaimana diketahui, glukosa merupakan molekul yang relatif stabil, sehingga untuk mendegradasinya perlu ditambahkan fosfat energi tinggi agar tidak stabil. Pada tahap awal fosfat disumbangkan dari ATP atau fosfoenolpiruvat pada glukosa sehingga terbentuk glukosa-6-fosfat untuk selanjutnya diisomerisasikan menjadi fruktosa-6-fosfat, dan fosfat kedua ditambahkan sehingga terbentuk fruktosa-1,6-bifosfat, yang lebih mudah diuraikan ketimbang glukosa.



Gambar 1. Reaksi aktivasi glukosa (15)

2. Penguraian Glukosa (Heksosa)

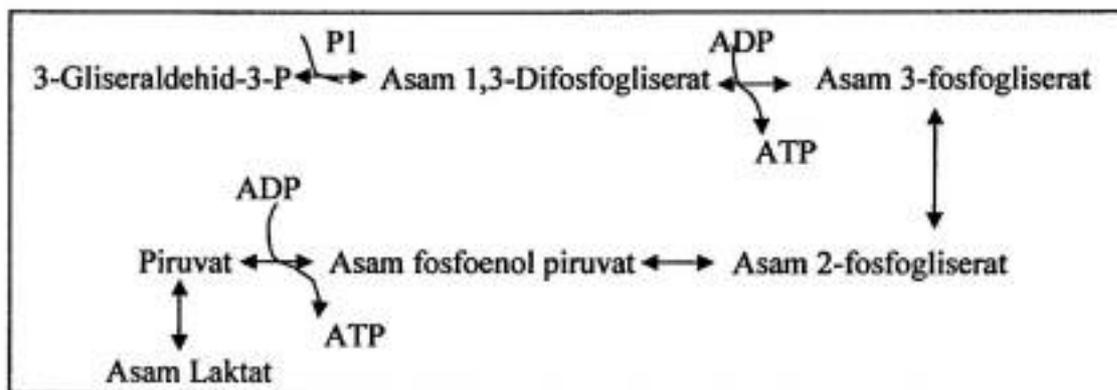
Fruktosa-1,6-di fosfat selanjutnya diurai oleh enzim fruktosa bifosfat aldolase menjadi dua senyawa berkarbon 3, yaitu gliseraldehida 3 fosfat (GAP). Ini merupakan tahap yang penting dalam jalur EMP, yaitu mengubah glukosa yang berkarbon 6 menjadi dua molekul senyawa berkarbon 3 yang menjadi cikal bakal piruvat



Gambar 2. Reaksi enzim aldolase dari triosafosfat isomerase

3. Ekstraksi energi

Pada reaksi tahap berikutnya DAP diubah menjadi GAP, yang akan berperan pada jalur EMP selanjutnya. Tahap berikutnya sangat penting. Fosfat organik ditambahkan pada GAP untuk membentuk 1,3-bisphosphoglycerate (BPG). Setelah terjadi berbagai reaksi enzimatik, produk akhir dari jalur EMP adalah piruvat, seperti yang dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3. Reaksi Pembentukan Asam Laktat

Berbagai jenis metabolit dihasilkan oleh bakteri asam laktat, baik berupa senyawa metabolit primer, seperti misalnya asam laktat, asam asetat, hidrogen peroksida, maupun metabolit sekunder misalnya, bakteriosin, senyawa flavour, maupun EPS (eksopolisakarida).

Secara umum senyawa metabolit bakteri asam laktat dikelompokkan menjadi 5 kelompok senyawa yang juga berfungsi sebagai antimikroba, sebagai berikut (15) :

1. Asam organik

Proses fermentasi yang melibatkan bakteri asam laktat mempunyai ciri khas yaitu terakumulasinya asam organik yang disertai dengan penurunan nilai pH. Jenis dan jumlah asam organik yang dihasilkan

selama proses fermentasi tergantung pada spesies bakteri asam laktat, komposisi kultur dan kondisi pertumbuhannya.

Efek antimikroba dari asam organik merupakan akibat dari turunnya nilai pH dan juga bentuk tidak terdisosiasi dari molekul asam organik. Sebagaimana diketahui bahwa pH eksternal yang rendah mengakibatkan asidifikasi sel sitoplasme, sementara asam tidak terdisosiasi menjadi lipofilik, dapat berdifusi ke dalam membran. Asam tidak terdisosiasi akan melumpuhkan elektrokimia proton gradien atau dengan mengubah permeabilitas sel membran yang akan mengganggu sistem transport substrat.

Bakteri asam laktat mempunyai enzim-enzim β -galaktosidase, glikolase, dan laktat dehidrogenase (LDH) yang menghasilkan asam laktat dari laktosa. Asam laktat merupakan senyawa metabolit utama pada fermentasi bakteri asam laktat. Asam laktat memberikan manfaat fisiologis sebagai berikut :

- memperbaiki daya cerna protein susu dengan mengendapkannya sebagai gumpalan yang halus
- memperbaiki pemanfaatan kalsium, fosfor dan zat besi
- menstimulir sekresi asam lambung
- meningkatkan pergerakan isi lambung
- berfungsi sebagai sumber energi dalam proses respirasi

2. Hidrogen peroksida dan karbon dioksida

Enzim piruvat oksidase mengkonversi piruvat menjadi CO_2 dan asetil fosfat dengan diikuti pembentukan H_2O_2 . Enzim piruvat oksidase tertinggi aktivitasnya pada fase stasioner dan pada media yang mengandung laktosa terbentuk enzim piruvat oksidase yang lebih banyak dibanding dengan media yang mengandung glukosa.

Efek bakterisidal senyawa H_2O_2 adalah karena terjadinya oksidasi pada gugus sulfhidrid dari protein sel bakteri sehingga mendenaturasi sejumlah enzim dan terjadinya peroksidasi pada lipid membran sehingga meningkatkan permeabilitas membran.

H_2O_2 juga bisa bertingkat sebagai prekursor bagi pembentukan radikal bebas yang bersifat bakterisidal seperti senyawa radikal superoksida (O_2^-) dan hidroksil (OH^\cdot) yang dapat merusak DNA. Disamping itu, reaksi pembentukan H_2O_2 akan mengikat oksigen sehingga membentuk suasana anaerob yang tidak nyaman bagi bakteri aerob.

Karbon dioksida dihasilkan diproduksi oleh bakteri asam laktat heterofermentatif. Mekanisme daya antimikrobanya masih belum diketahui dengan pasti. Namun demikian, CO_2 berperan dalam menciptakan kondisi anaerob lingkungan yang menghambat dekarboksilasi secara enzimatik dan akumulasi CO_2 dalam membran *lipid bilayer* akan mengganggu permeabilitas membran.

3. Komponen aroma

Senyawa diasetil dihasilkan oleh semua genus bakteri asam laktat yang melakukan fermentasi asam sitrat dan senyawa diasetil memberi aroma mentega. Senyawa ini berefek antimikroba menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif akibat reaksinya dengan protein yang mengikat arginin sehingga mempengaruhi pemanfaatan arginin.

4. Asam lemak

Dalam kondisi tertentu beberapa genus *Lactobacilli* dan *Lactococci* mempunyai aktivitas lipolitik dan bisa menghasilkan asam lemak dalam jumlah yang signifikan, seperti misalnya pada fermentasi sosis dan fermentasi susu. Asam lemak tak jenuh mempunyai daya antibakteri terhadap bakteri gram positif dan daya antifungi asam lemak tergantung pada panjang rantai, konsentrasi dan pH medium.

Daya antimikroba asam lemak disebabkan oleh molekul yang tidak terdisosiasi, bukan anionnya, karena pH mempengaruhi aktifitasnya, semakin rendah pH semakin kuat dan cepat efek antibakterinya.

5. Asam amino dan peptida

Bakteri asam laktat yang terlibat dalam fermentasi keju memiliki aktivitas proteolitik lemah. Hidrolisis protein susu terjadi secara bertahap, yaitu tahap pertama melibatkan enzim proteinase menghasilkan polipeptida dan tahap kedua dilanjutkan oleh aktivitas peptidase menghasilkan asam amino.

II.8 Air Susu Ibu (ASI)

Air susu ibu (ASI) adalah sebuah cairan tanpa tanding ciptaan Allah untuk memenuhi kebutuhan gizi bayi dan melindunginya dalam melawan kemungkinan serangan penyakit. Keseimbangan zat-zat gizi dalam air susu ibu berada pada tingkat terbaik dan air susunya memiliki bentuk paling baik bagi tubuh bayi yang masih muda. Pada saat yang sama, ASI juga sangat kaya akan sari-sari makanan yang mempercepat pertumbuhan sel-sel otak dan perkembangan sistem saraf. Sebelum kelahiran, seorang ibu akan memberikan nutrisi dan komponen bioaktif melalui plasenta. Setelah kelahiran, bahan ini akan ditransfer pada kolostrum dan susu (1,2).

Hadiah pertama kelahiran manusia adalah bakteri dari sang ibu, baik dari rahim, jalan lahir, maupun ASI. Komposisi bakteri usus bayi yang minum ASI didominasi oleh *Bifidobacterium* yang termasuk dalam kelompok bakteri baik bagi manusia dan umumnya memenuhi status GRAS (*Generally Recognized As Safe*), yaitu aman bagi manusia. Kelompok ini tidak membusukkan protein dan dapat memetabolisme berbagai jenis karbohidrat secara fermentatif menjadi asam laktat sehingga disebut bakteri asam laktat. Dalam ASI terkandung kolostrum, suatu oligosakarida N-acetyl glucosamine, yang mendukung pertumbuhan bakteri *Bifidobacterium* (15).

ASI mengandung garam dan mineral lebih rendah dibanding susu sapi. Vitamin, ASI cukup banyak mengandung vitamin yang diperlukan

oleh bayi, yaitu vitamin K yang berfungsi sebagai katalisator pada proses pembekuan darah, dengan jumlah yang cukup dan mudah diserap, juga mengandung vitamin E dan D (25).

Selanjutnya ASI juga mengandung zat protektif, yaitu flora normal bakteri *Lactobacillus sp* yang berfungsi mengubah laktosa menjadi asam laktat dan asam asetat. Keduanya bersifat asam pada pencernaan yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme, seperti *E.coli*, juga laktoferin yaitu protein yang berkaitan dengan zat besi. Dengan mengikat zat besi, maka laktoferin bermanfaat untuk menghambat pertumbuhan kuman tertentu, seperti *Staphylococcus* dan *Eschericia sp*. Kemudian mengandung enzim yang dapat memecah dinding bakteri (lizozim). Antistreptokokkus yang melindungi bayi dari infeksi kuman tertentu. Antibodi, yang dapat mencecah bakteri patogen dan enterovirus masuk ke dalam usus (25).

Dalam konteks makanan halal, salah satu mikroba yang cukup kontroversi akhir-akhir ini, yaitu mikroba dari jenis *Bifidobacteria*. Mikroba ini adalah bakteri yang banyak ditemukan dalam usus bayi yang hanya mengonsumsi ASI. *Bifidobacteria* menjadi penting karena merupakan salah satu probiotik yang dapat menekan pertumbuhan mikroba patogen lain dalam usus bayi dan merangsang kekebalan tubuh bayi (26).

Hasil riset membuktikan bahwa bakteri probiotik bertahan hidup dalam saluran pencernaan setelah dikonsumsi. Bakteri ini tahan terhadap lizozim, enzim pada air liur, pemecah dinding sel bakteri, asam, dan asam

empedu, untuk sampai di usus dalam keadaan hidup. Ia mampu melekat pada sel epitelial dan menjaga keharmonisan komposisi bakteri saluran pencernaan.

Hasil penelitian menunjukkan beberapa manfaat probiotik :

1. Mencegah kanker yaitu dapat menghilangkan bahan prokarsinogen dari tubuh dan mengaktifkan sistem kekebalan tubuh
2. Dinding sel *Bifidobacterium infantis* mengandung bahan aktif anti tumor
3. Dalam usus manusia *Bifidobacteria* memproduksi berbagai vitamin yang secara mudah akan terserap dalam tubuh.
4. Asam-asam tersebut juga mengurangi penyerapan amonia dan amina karena bila terserap dalam jumlah yang besar akan dapat meningkatkan tekanan darah, kolesterol, dan kanker yang disebabkan nitrosamin.
5. Kemampuan memproduksi asam laktat dan asam asetat di usus akan menyebabkan usus menjadi asam dan akhirnya menekan pertumbuhan bakteri *E.coli* dan *Clostridium perfringens* penyebab radang usus. Disamping juga menekan pertumbuhan bakteri patogen lainnya.
6. *Streptococcus thermophilus* menunjukkan aktivitas anti tumor dan menghasilkan *Superoxide Dismutase* yang berfungsi sebagai antioksidan.

Tidak mudah mendapatkan strain probiotik yang terbukti bermanfaat tetapi juga aman dikonsumsi pada anak. Yang saat ini telah banyak digunakan adalah strain *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus*. Belajar dari komposisi ASI, para ahli mendapatkan bahwa ASI mengandung faktor bifidus yakni berbagai oligosakarida yang dapat merangsang pertumbuhan kuman *Bifidobacteria*. Bahan demikian dikenal dengan nama prebiotik, yang secara tidak langsung memiliki efek meningkatkan dominasi *Bifidobacteria* dalam komposisi flora usus. Salah satu bahan prebiotik yang sering digunakan adalah fruktooligosakarida (FOS) (35).

Karena telah diramu secara istimewa, ASI merupakan makanan yang paling mudah dicerna bayi. Meskipun sangat kaya dengan zat gizi, ASI sangat mudah dicerna sistem pencernaan bayi yang masih rentan. Karena itu bayi mengeluarkan lebih sedikit energi dalam mencerna ASI, sehingga ia dapat menggunakan energi selebihnya untuk kegiatan tubuh lainnya, pertumbuhan dan perkembangan organ (3).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III. 1 Alat dan Bahan

III. 1. 1 Alat-alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan adalah Blender, Buret, Botol 250 ml, Baskom, Batang Pengaduk, Corong, Dandang, Gelas Piala, Gelas Ukur, Inkubator Anaerob, Kain kasa, Kompor, Labu Erlenmayer, LAF, Oven, Otoklaf, Ose Bulat, Termometer, Tabung Reaksi, Timbangan Analitik.

III. 1. 2 Bahan-bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan adalah Air Suling, Aluminium Foil, Alkohol 70%, *Lactobacillus* sp. isolat dari Kolostrum ASI hasil isolasi dari Lily Muliani, Bakteri *Escherichia coli*, Glukosa, Indikator Fenofalein, Kacang Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr), Kertas pH Universal, Susu Bubuk Skim, Larutan baku Natrium Hidroksida 0,08773 N, Medium GYPA + CaCO₃, Medium Starter.

III. 2 Cara Kerja

III.2.1 Penyiapan Alat

Alat-alat yang digunakan dicuci dengan air dan detergen kemudian dibilas dengan air suling dan dikeringkan. Alat-alat yang terbuat dari gelas disterilkan dengan oven pada suhu 180⁰C selama 2 jam. Untuk alat-alat logam disterilkan dengan cara dipijarkan dengan menggunakan bunsen dan alat-alat yang terbuat dari karet dan plastik serta alat-alat ukur disterilkan dengan otoklaf pada suhu 121⁰C selama 15 menit.

III.2.2 Pembuatan Medium Starter

Komposisi :

Ekstrak ragi 5 g, Laktosa 5 g, Glukosa 5 g, CaCO₃ 0,2 g, Air suling hingga 1000 ml, pH 4-5

Cara Pembuatan:

Semua bahan ditimbang sesuai dengan kebutuhan dan dilarutkan dengan air suling kemudian dipanaskan hingga larut, pH diatur sampai 4,0 dan disterilkan dengan menggunakan otoklaf pada suhu 121⁰C tekanan 2 atmosfer selama 15 menit.

III.2.3 Pembuatan Kultur Bakteri

Kultur bakteri dibuat dengan menginokulasikan 1 ose *Lactobacillus* sp. isolat dari Kolostrum ASI yang telah dilakukan oleh Lily Muliani ke dalam 2,5 ml medium starter. Selanjutnya diinkubasikan pada suhu 37⁰C selama 1 x 24 jam.

III.2.4 Pembuatan Susu Kedelai

Kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) sebanyak 125 g direndam dengan air selama 8 jam kemudian kulitnya dikupas dan dicuci bersih dengan air kemudian disiram dengan air mendidih setelah itu ditiriskan. Kacang kedelai yang sudah dibersihkan digiling dengan 1 liter air panas dan disaring dengan menggunakan kain kasa untuk mendapatkan susu kedelai. Susu kedelai ditambahkan dengan glukosa 100 g dan susu skim 10 g dan dipasteurisasi pada suhu 80⁰C selama 30 menit.

III.3 Pembuatan Soygurt

Soygurt dibuat dengan cara menginokulasikan kultur starter sebanyak 10% dari jumlah susu yang telah dibuat dan difermentasi pada suhu 37°C dengan beberapa variasi waktu fermentasi.

III.4 Analisis Soygurt

III.4.1 Analisis Total Asam (26)

10 ml soygurt dipipet, ditambahkan dengan 1 – 2 tetes indikator fenolftalein kemudian dititrasi dengan larutan baku NaOH 0,08773 N hingga terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Selanjutnya dihitung kadar total asam laktat dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Asam laktat} = \frac{\text{ml NaOH} \times N \text{ NaOH} \times 0,09}{\text{ml contoh}} \times 100\%$$

III.4.2 Analisis Organoleptis

Uji ini dilakukan pada 15 orang panelis untuk menilai penampakan tekstur, bau, warna dan rasa. Pengujian organoleptis ini dilakukan setelah soygurt diinkubasikan sesuai dengan variasi inkubasinya.

Penilaian diberikan dengan angka 1 – 5 yaitu :

1 = sangat tidak suka

2 = tidak suka

3 = cukup

4 = suka

5 = sangat suka

III.4.3 Analisis Total Bakteri Asam Laktat

Medium GYPA + CaCO₃

Komposisi :

Glukosa 1%, Ekstrak "yeast" 1%, Pepton 1%, Mineral solution 1 ml per 200 ml media, Agar 1,5%, CaCO₃ 1%, pH 6,7 – 7 Air suling ad 1000 ml.

Komposisi Mineral Solution :

MnSO₄ 200 mg, FeSO₄ 200 mg, NaCl 200 mg, MgSO₄.7H₂O 400 mg, HCl 1 tetes, Air suling ad 100 ml.

Satu ml soygurt diencerkan ke dalam 9 ml air suling steril, lalu dikocok sampai homogen. Dari campuran ini diperoleh pengenceran 10⁻¹. Selanjutnya dilakukan pengenceran hingga tingkat pengenceran yang diinginkan (10⁻¹³). 1 ml dari masing-masing 7 pengenceran terakhir dimasukkan ke dalam cawan petri dan dituang medium GYPA + CaCO₃ sebanyak 10 – 15 ml, dihomogenkan dengan cara diputar beberapa kali membentuk angka 8. Selanjutnya dibiarkan memadat dan diinkubasikan pada suhu 37⁰C selama 1 x 24 jam. Koloni bakteri yang berbentuk bulat dikelilingi zona bening. Dihitung dengan metode *Standart Plate Count*.

III.4.4 Analisis Efek Antibakteri

Pembuatan Medium GNA

Komposisi :

Glukosa 10 g, Ekstrak "beef" 5 g, Pepton 10 g, Agar 15 g, NaCl 2,5 g, Air suling ad 1000 ml.

Pembuatan Medium NA

Komposisi :

Pepton 5 g, Ekstrak "beef" 3 g, Agar 5 g, Air suling ad 1000 ml.

Peremajaan Bakteri :

Bakteri *Escherichia coli* diremajakan dengan menginokulasikan 1 ose kedalam medium NA miring, kemudian diinkubasikan pada suhu 37°C selama 1 x 24 jam.

Dibuat base layer dengan menuang 15 ml medium GNA ke dalam cawan petri dan dibiarkan sampai memadat. Dibuat seed layer dengan mencampurkan 1 ml bakteri *Escherichia coli* dengan 10 ml medium GNA dihomogenkan, kemudian dituang kedalam cawan petri yang telah berisi base layer dan dibiarkan setengah memadat dan dimasukkan pencadang. Dipipet 1 ml soygurt dan dimasukkan ke dalam pencadang. Setelah itu diinkubasi pada suhu 37°C selam 1 x 24 jam. Adanya zona hambatan memberikan reaksi positif.

III.5 Pengumpulan Data

Data diperoleh dari hasil analisis total asam, uji organoleptis, efek antimikroba dan jumlah bakteri asam laktat.

III.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan rancangan acak lengkap (RAL)

III.7 Pembahasan Hasil

Hasil dibahas sesuai dengan data yang telah dianalisis.

III.8 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan analisis data dan pembahasan yang disesuaikan dengan maksud dan tujuan penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Penelitian

A. Hasil perhitungan ALT Bakteri Asam Laktat dalam Soygurt sebagai berikut :

1. Soygurt dengan waktu fermentasi 12 jam = $3,7 \cdot 10^{15}$ koloni/ml
2. Soygurt dengan waktu fermentasi 18 jam = $5,2 \cdot 10^{15}$ koloni/ml
3. Soygurt dengan waktu fermentasi 24 jam = $1,8 \cdot 10^{15}$ koloni/ml

B. Hasil Perhitungan Kadar Total Asam dari Soygurt sebagai berikut :

1. Soygurt dengan waktu fermentasi 12 jam = 0,558 %
2. Soygurt dengan waktu fermentasi 18 jam = 0,566 %
3. Soygurt dengan waktu fermentasi 24 jam = 0,563 %

C. Hasil Pehitungan Efek Antimikroba (Zona Hambat) sebagai berikut :

1. Soygurt dengan waktu fermentasi 12 jam = 25,42 cm
2. Soygurt dengan waktu fermentasi 18 jam = 26,1 cm
3. Soygurt dengan waktu fermentasi 24 jam = 24,55 cm

D. Hasil Uji Organoleptis dengan melibatkan 15 panelis

1. Soygurt dengan waktu fermentasi 12 jam = 12,13
2. Soygurt dengan waktu fermentasi 18 jam = 13,46
3. Soygurt dengan waktu fermentasi 24 jam = 12,8

E. Nilai pH untuk Soygurt sebagai berikut :

1. pH soygurt dengan waktu fermentasi 12 jam = 4
2. pH soygurt dengan waktu fermentasi 18 jam = 4

3. pH soygurt dengan waktu fermentasi 24 jam = 4

IV.2 Pembahasan

1. Pembuatan Susu Kedelai dan Soygurt

Susu kedelai ini dibuat dengan perbandingan 1:8 antara biji kedelai dengan air. Dari perbandingan ini diperoleh susu kedelai yang agak encer dan berwarna putih. Susu kedelai sebelum dipasteurisasi ditambahkan dengan glukosa 10% karena jenis karbohidrat yang ada pada susu kedelai sangat berbeda dengan karbohidrat yang ada pada susu sapi, karbohidrat dari susu kedelai terdiri dari golongan oligosakarida dan polisakarida yang tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi. Ke dalam susu kedelai juga ditambahkan susu skim dengan tujuan untuk meningkatkan aroma, keasaman dan menutupi bau langau (16).

Hasil fermentasi menunjukkan bahwa soygurt yang dibuat dengan bahan dasar susu kedelai yang ditambahkan dengan susu skim 1% dan glukosa 10% mempunyai tekstur yang lebih halus, lebih homogen dan memberikan gumpalan pada semua bagian.

Selam proses fermentasi, bakteri asam laktat melakukan proses metabolisme terhadap komponen-komponen yang terdapat dalam susu kedelai dan dapat menghasilkan berbagai macam metabolit baik berupa metabolit sekunder maupun metabolit primer, sehingga menyebabkan terjadinya perubahan dari susu kedelai, baik dari segi

penampilan, tekstur, aroma, rasa, maupun komposisi kimianya. Selama proses fermentasi bakteri asam laktat mampu melakukan perombakan terhadap komponen kimia yang terdapat pada susu kedelai, seperti karbohidrat (laktosa) yang ada pada susu kedelai akan dipecah menjadi asam laktat secara fermentatif (15).

Dari hasil pengamatan yang dilakukan selama proses fermentasi berlangsung diperoleh pada waktu fermentasi 10 jam tidak terbentuk gumpalan dan perubahan pH yang berarti proses fermentasi belum terjadi, sedangkan pada 11 jam diperoleh hasil yaitu terjadi perubahan pH tetapi tidak terbentuk gumpalan pada susu kedelai yang mana menandakan proses fermentasi belum sempurna dan pada 12 jam memberikan hasil positif dengan terjadinya perubahan pH menjadi 4 dan terbentuk gumpalan pada susu kedelai yang berarti proses fermentasi telah terjadi.

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan panelis sebanyak 15 orang dengan parameter berupa tekstur, aroma, rasa, dan warna, yang mana penilaian organoleptis ini tanpa dilakukan penambahan perasa dan penaroma, diperoleh data untuk 12 jam diperoleh hasil rata-rata sebanyak 12.13; untuk waktu fermentasi 18 jam diperoleh rata-rata 13.45 dan untuk waktu fermentasi 24 jam diperoleh rata-rata 12.8 (tabel 4). Dari data maka dapat disimpulkan bahwa waktu fermentasi tidak memberikan perbedaan rasa, aroma, tekstur dan rasa. Ini mungkin disebabkan oleh *Lactobacillus* sp. Yang

ada pada soygurt masih menghasilkan metabolit primer berupa asam laktat, asam asetat, dll.

2. Pengujian Jumlah Bakteri Asam Laktat

Suatu susu fermentasi untuk digunakan sebagai probiotik salah satunya adalah mengandung bakteri asam laktat $10^8 - 10^{11}$ koloni/ml (Jawetz, 1980). Dari perhitungan nilai ALT bakteri tiap-tiap perlakuan diperoleh rata-rata koloni bakteri untuk waktu fermentasi 12 jam yaitu $3,7 \cdot 10^{15}$, 18 jam yaitu $5,2 \cdot 10^{15}$ dan untuk 24 jam $1,8 \cdot 10^{15}$ (tabel 6). Dari hasil yang diperoleh bakteri asam laktat yang ada pada tiap soygurt dengan variasi waktu fermentasi tidak ada perbedaan karena memiliki pangkat yang sama, jadi dapat disimpulkan bahwa variasi waktu fermentasi tidak memberikan pengaruh. Dari hasil yang diperoleh didapat jumlah koloni yang sangat banyak dan ini membuktikan bahwa bakteri asam laktat dari isolat ASI sangat baik dan mempunyai pertumbuhan yang sangat cepat. Tetapi jumlah koloni yang dapat dikonsumsi dalam susu fermentasi yaitu $10^8 - 10^{11}$ koloni/ml. Jadi disarankan bahwa soygurt ini dapat dijadikan sebagai campuran inti untuk pembuatan sediaan soygurt, seperti halnya pada pembuatan yakult, yaitu dengan cara memasukkan campuran inti (hasil fermentasi) ke dalam susu skim dan larutan glukosa yang steril.

Pengujian jumlah bakteri asam laktat ini dilakukan dengan metode tuang menggunakan medium GYPA + CaCO_3 , merupakan

medium spesifik untuk menghitung bakteri asam laktat yang ada pada susu. Setelah dilakukan pengenceran 10^{-1} - 10^{-13} , berdasarkan hasil penelitian, susu asam diuji pada pengenceran 10^{-9} , 10^{-10} , 10^{-11} , 10^{-12} , dan 10^{-13} .

Pengamatan dilakukan dengan setelah dilakukan inkubasi selama 1x24 jam, diperoleh koloni putih yang dikelilingi zona bening, karena asam laktat yang dihasilkan bereaksi dengan kalsium karbonat yang tidak larut dalam medium membentuk kalsium laktat yang larut dalam air, sehingga terbentuk zona bening.

3. Pengujian pH

Pengukuran pH terhadap soygurt dilakukan dengan menggunakan pH universal. Hasil yang diperoleh yaitu pH untuk 12 jam, 18 jam dan untuk 24 jam yaitu pH 4. Penurunan pH disebabkan karena adanya asam-asam organik terutama asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi.

Menurut Tamime dan Robinson (1985) fermentasi karbohidrat oleh bakteri asam laktat dilakukan melalui konversi karbohidrat ke glukosa dan kemudian glukosa difermentasi melalui jalur heksosa difosfat untuk memproduksi asam laktat sebagai produk utama. Asam-asam organik ini akan menyebabkan pH susu kedelai menjadi rendah. Semakin banyak sumber gula yang ditambahkan maka semakin banyak asam-asam organik yang dihasilkan sehingga secara otomatis pH susu kedelai juga akan semakin rendah (17).

Penurunan pH menyebabkan juga penghambatan tumbuhnya mikroorganisme lain yang tidak diinginkan.

4. Pengujian Kadar Total Asam

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah total asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat yang ada didalam soygurt diperoleh hasil untuk 12 jam yaitu 0,558%, untuk 18 jam yaitu 0,566% dan untuk 24 jam yaitu 0,563% (tabel 5). Sedangkan berdasarkan persyaratan yang ada bahwa soygurt yang baik itu harus memiliki kadar total asam laktat tidak kurang dari 0,5% (20). Karena pada prinsipnya pembentukan asam laktat dengan proses fermentasi merupakan hasil pemecahan glukosa menjadi fruktosa 1,6 difosfat kemudian menjadi asam laktat dengan bantuan enzim *β -galactosidase*, *glycolase*, dan *lactate dehydrogenase* yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat akan diubah menjadi asam laktat (18).

Jadi dapat dikatakan soygurt ini memenuhi syarat karena jumlah kadar total asamnya lebih dari 0,5% hal ini disebabkan karena berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lily Muliani bahwa bakteri asam laktat hasil isolasi dari kolostrum ASI ini adalah bakteri asam laktat homofermentatif yang mana lebih dari 85% produk akhirnya adalah asam laktat (15). Berdasarkan hasil perhitungan kadar total asam laktat secara statistik dengan metode RAL (Rancangan Acak Lengkap) diperoleh data yang tidak signifikan

(lampiran 2) artinya waktu fermentasi tidak memberikan pengaruh terhadap produksi asam laktat oleh bakteri asam laktat yang ada pada soygurt.

5. Pengujian Efek Antibakteri

Dari hasil yang diperoleh soygurt dengan waktu fermentasi 12 jam memberikan zona hambat dengan rata-rata yaitu 23,11 mm, untuk 18 jam yaitu 26,53 mm, dan untuk 24 jam yaitu 26,43 mm. Sedangkan berdasarkan hasil analisis statistik dengan metode RAL diperoleh data yang tidak signifikan (lihat lampiran 3), ini berarti dengan adanya variasi waktu fermentasi 12 jam, 18 jam dan 24 jam tidak memberikan pengaruh terhadap soygurt.

Soygurt yang memberikan manfaat probiotik adalah soygurt yang dapat bersifat menekan pertumbuhan bakteri yang dapat menyebabkan radang usus dan bakteri patogen lain. Bakteri asam laktat yang ada pada soygurt dapat menghasilkan asam laktat dan asam asetat di usus sehingga menyebabkan usus menjadi asam.

Berbagai jenis senyawa metabolit yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat, baik berupa senyawa metabolit primer, seperti misalnya asam laktat, asam asetat, hidrogen peroksida, maupun metabolit sekunder, misalnya bakteriosin, senyawa flavour, maupun EPS (eksopolisakarida). Hidrogen peroksida, asam organik dalam hal ini terutama asam laktat dan bakteriosin bersifat antibakteri terhadap bakteri patogen sehingga berfungsi sebagai senjata pemungkas

bakteri kompetitor yang tidak dikehendaki semisalnya bakteri patogen dalam saluran pencernaan (15). Berbagai kultur bakteri asam laktat yang ditambahkan pada susu akan menghasilkan metabolit primer dan sekunder yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan. Price dan Lee (1970) melaporkan bahwa diantara bakteri asam laktat, *Lactobacilli* memproduksi H_2O_2 lebih banyak dibanding dengan *Pediococcus cereviseae* (Gilliland dan Speck, 1975). H_2O_2 yang diproduksi dapat menghambat pertumbuhan beberapa bakteri gram negatif (*Pseudomonas* dan *Salmonella*) dan gram positif (*Staphylococcus*) (14).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis statistik maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. *Lactobacillus sp* isolat dari Kolostrum ASI dapat memfermentasi susu kedelai menjadi soygurt.
2. Susu kedelai yang difermentasi oleh *Lactobacillus sp* isolat dari Kolostrum ASI waktu fermentasi 12 jam, 18 jam, 24 jam memberikan hasil yang tidak berbeda nyata pada setiap pengujian yang dilakukan meliputi uji organoleptis, uji efek antibakteri, uji kadar total asam dan uji jumlah bakteri asam laktat.

V.2 Saran

1. Disarankan dilakukan penelitian lebih lanjut untuk waktu fermentasi dibawah 12 jam.
2. Perlu dilakukan KLT untuk mengetahui senyawa antibakteri yang terdapat pada soygurt.

DAFTAR PUSTAKA

1. Setyo, E. 2005. *Susu Kedelai, Susu Nabati yang Meyehatkan*. Agromedia Pustaka., Bogor, 1,2,41-42
2. Amrin, T. 1999. *Susu Kedelai*. Trubus Agrissarana., Surabaya, 4-6, 15-19
3. World, D. 2000. *Some Characterictics of L.casei*, <http://www.danonenewsletter.com.erg/news/titres>, Html, diakses 26 Januari 2006
4. Abu, T.B. 2005. *Teknologi Pembuatan Yoghurt*. Disampaikan Pada Kursus Singkat Pemanfaatan Bakteri Asam Laktat pada Produk Pangan dan Kesehatan. Laboratorium Mikrobiologi Farmasi, Jurusan Farmasi.
5. Djide. M,N. 2005. *Uraian Umum Tentang Bakteri Asam Laktat*. Disampaikan Pada Kursus Singkat Pemanfaatan Bakteri Asam Laktat pada Produk Pangan dan Kesehatan. Laboratorium Mikrobiologi Farmasi, Jurusan Farmasi
6. Martin, P. 2005. Probiotik. Potensial of Lactobacilli Strain Isolate From Breast Milk. *Jurnal of Human Lactation*, Vol 21, No 1. 8 - 17. diakses 26 Januari 2007.
7. Susilorini, T.E., dan Sawitri, M.E. 2006. *Produk Olahan Susu*. Penebar Swadaya. Jakarta, 40-54
8. Yusmarini., dan Reswen. E. 2004. Evaluasi Mutu Soygurt yang dibuat dengan Penambahan beberapa jenis Gula. *Jurnal Natur Indonesia*. 6(2) : 105-106. diakses 26 Januari 2007
9. Koswara, S. 1995. *Tehnologi Pengolahan Kedelai : Menjadi Makanan Bermutu*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. 11-14.
10. Wijayakusuma, H. 2003. *Penyembuhan dengan Kedelai (Glycine max (L) Merr)*. Dyatama Milenia. Jakarta. 19 – 41.
11. Adisarwanto, T. 2005. *Kedelai : Budidaya Dengan Pemupukan yang Efektif dan Pengoptimalan Peran Bintil Akar*. Jakarta. 5-6.
12. Rahman, A. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Penerbit Arcan. Bogor.

13. Smith, E.J. 1995. *Bioteknologi*. Edisi II. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta. 26 – 81.
14. Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pengolahan Pangan Lanjut*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian. Bogor. Hal 139
15. Surono, S.I. 2004. *Probiotik : Susu Fermentasi dan Kesehatan*. YAPMMI. Tri Cipta Karya. Jakarta. 4 – 11.
16. Astawan, M. 1991. *Teknologi Pengolahan Pangan Nabati Tepat Guna*. Penerbit Akademika Pressindo. Jakarta. Hal 113
17. Tamime, A.Y. dan Robinson, R.K. 1985. *Yoghurt Science and Technology*. New York. Pargamon Press.
18. Budiyanto, A.K. 2002. *Mikrobiologi Terapan*. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang. Hal 45 – 46
19. Slamet, D.P. 1992. Mutu Simpan Yakult Kedelai yang Difermentasi oleh *L.casei* Galur Shirota dan *L.casei* Sub-sp Rahmnosus. Institut Pertanian Bogor. Bogor
20. Sardjoko. 1991. *Bioteknologi; Latar Belakang dan Beberapa Penerapannya*. Penerbit PT. Gramedia. Jakarta. Hal 103
21. Hadiwiyoto, S. 1984. *Teknik Uji Mutu Susu dan Hasil Olahannya*. Penerbit PT.Gramedia. Jakarta. Hal 103
22. Buckle, K.A. 1987. *Ilmu Pangan*. Terjemahan Hari Pornomo dan Adianto. Universitas Indonesia Press. Jakarta. Hal 5, 295
23. Djide, M.N. & Sartini. 2005. *Dasar-dasar Bioteknologi Farmasi*. Laboratorium Mikrobiologi FMIPA. UNHAS. Makassar. 304 – 305
24. Fardiaz, S. 1987. *Fisiologi Fermentasi*. Pusat Antar Universitas IPB-Lembaga Sumberdaya Informasi IPB. Bogor. 46
25. Ma'ruf, F. 2007. *Air Susu Ibu*. Baitjannati.woerdpres.com. diakses pada tanggal 2 Juni 2007
26. Syamsu, K. 2005. *Mikroba Sang Mahluk Halus*. Departemen Teknologi Industri Pertanian dan Staf Peneliti di Pusat Penelitian Bioteknologi IPB. <http://www.republika.co.id>. diakses pada tanggal 2 Juni 2007.

27. Djide, M.N. 2007. Peranan Soygurt Terhadap Penurunan Kadar Kolesterol Serum Darah Hewan Uji. Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin. Makassar. 85

Tabel 4. Hasil Uji Organoleptis Dengan Menggunakan Panelis

Panelis	12 jam				18 jam				24 jam			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
X1	4	3	2	4	1	3	2	5	1	3	2	1
X2	4	4	2	2	4	4	2	3	4	4	2	3
X3	3	4	3	3	3	4	3	2	4	4	3	4
X4	4	4	3	4	4	4	3	5	4	4	3	3
X5	4	1	5	4	4	1	5	4	3	1	5	5
X6	3	3	2	2	2	3	2	2	1	2	1	3
X7	3	3	3	3	4	4	3	5	4	3	4	5
X8	3	2	4	2	4	3	4	3	4	4	3	4
X9	4	3	4	4	4	4	5	5	4	5	4	5
X10	4	3	2	2	3	4	2	2	4	3	3	1
X11	2	3	3	1	4	3	3	2	4	4	3	2
X12	4	4	3	2	4	3	3	3	4	4	3	4
X13	2	3	3	2	2	3	3	2	4	3	2	1
X14	4	3	2	1	4	3	2	1	3	3	4	4
X15	4	4	2	4	4	4	2	3	4	3	2	1
jumlah	182				202				192			
rata-rata	12,13				13,46				12,8			

Keterangan :

A = Bau

B = Warna

C = Tekstur

D = Rasa

1 = Sangat tidak suka

2 = Tidak suka

3 = Cukup

4 = Suka

5 = Sangat suka

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kadar Total Asam Dengan Menggunakan Metode Titration Asam Basa Dengan Larutan Natrium Hidroksida 0,08773 N

Lama Inkubasi (jam)	Berat Sampel (ml)	Volume Titran (ml)	% Kadar (%)	Rata – Rata (%)
12	10	7	0,553	0,558
	10	7	0,553	
	10	7,2	0,568	
18	10	7,2	0,568	0,566
	10	7,3	0,576	
	10	7	0,553	
24	10	7	0,553	0,563
	10	7,2	0,568	
	10	7,2	0,568	

$$\text{Perhitungan \% kadar total asam} = \frac{\text{Volume titran} \times \text{N titran} \times 0,09}{\text{Jumlah sampel}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Total asam} = \frac{7 \times 0,08733 \text{ N} \times 0,09}{10 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 0,553 \%$$

Tabel 6. Hasil Perhitungan Bakteri Asam Laktat Dengan Metode SPC

Kelompok	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	10^{-13}
A	1395	1017	936	873	437
	1710	1827	2377	1044	312
B	720	765	693	288	675
	765	1179	792	283	360
C	1623	2183	243	273	294
	1341	2286	160	110	67

Keterangan :

A = 12 jam

B = 18 jam

C = 24 jam

Perhitungan ALT bakteri, syarat koloni 30 – 300 koloni

Misalnya, kelompok A replikasi pertama, jumlah koloni :

10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	10^{-13}
1395	1017	936	873	437

Dari data di atas tidak ada yang masuk dalam range maka yang diambil adalah pengenceran tertinggi.

Jadi pelaporannya = $4,37 \times 10^2 \times 1/10^{-13} = 4,4 \cdot 10^{15}$ koloni/ml

Tabel 6. Nilai ALT Bakteri Masing-Masing Soygurt

Nilai ALT	A	B	C
I	$4,4 \cdot 10^{15}$	$6,8 \cdot 10^{15}$	$2,9 \cdot 10^{15}$
II	$3,1 \cdot 10^{15}$	$3,6 \cdot 10^{15}$	$0,7 \cdot 10^{15}$
Rata-rata	$3,7 \cdot 10^{15}$	$5,2 \cdot 10^{15}$	$1,8 \cdot 10^{15}$

**Tabel 7. Hasil Pengukuran Zona Hambatan Menggunakan Mikroba Uji
Escherichia coli dan Medium GNA Dengan Metode Difusi**

Replikasi	Waktu Fermentasi			Jumlah	Rata-rata
	A	B	C		
I	25,67 mm	26,3 mm	24,3 mm	76,27 mm	25,42 mm
II	23 mm	23,3 mm	32 mm	78,3 mm	26,1 mm
III	20,67 mm	30 mm	23 mm	73,67 mm	24,55 mm

Keterangan :

A = 12 jam

B = 18 jam

C = 24 jam



Gambar 4. Susu Kedelai Hasil Fermentasi oleh *Lactobacillus sp* isolat dari Kolostrum ASI

Keterangan :

A = Waktu Fermentasi 12 jam

B = Waktu Fermentasi 18 jam

C = Waktu Fermentasi 24 jam



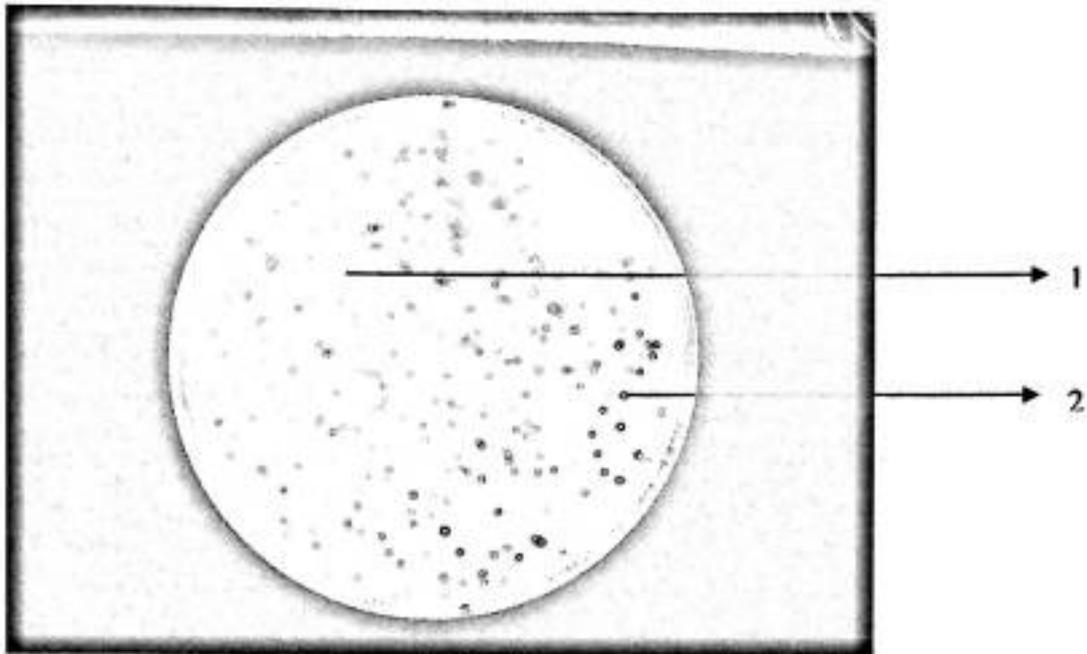
Gambar 4. Susu Kedelai Hasil Fermentasi oleh *Lactobacillus sp* isolat dari Kolostrum ASI

Keterangan :

A = Waktu Fermentasi 12 jam

B = Waktu Fermentasi 18 jam

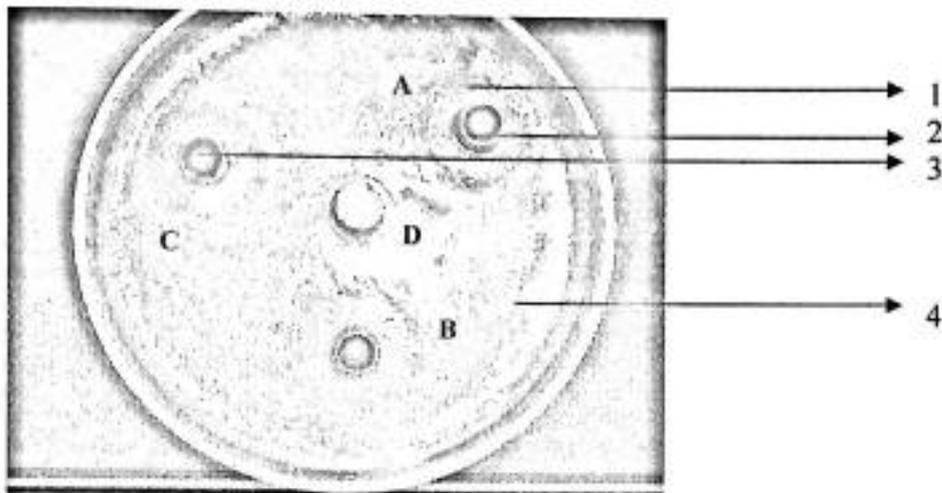
C = Waktu Fermentasi 24 jam



Gambar 5. Koloni Bakteri Asam Laktat dalam Soygurt dengan menggunakan medium GYPA + CaCO₃

Keterangan :

1. Medium GYPA + CaCO₃
2. Koloni Bakteri Asam Laktat

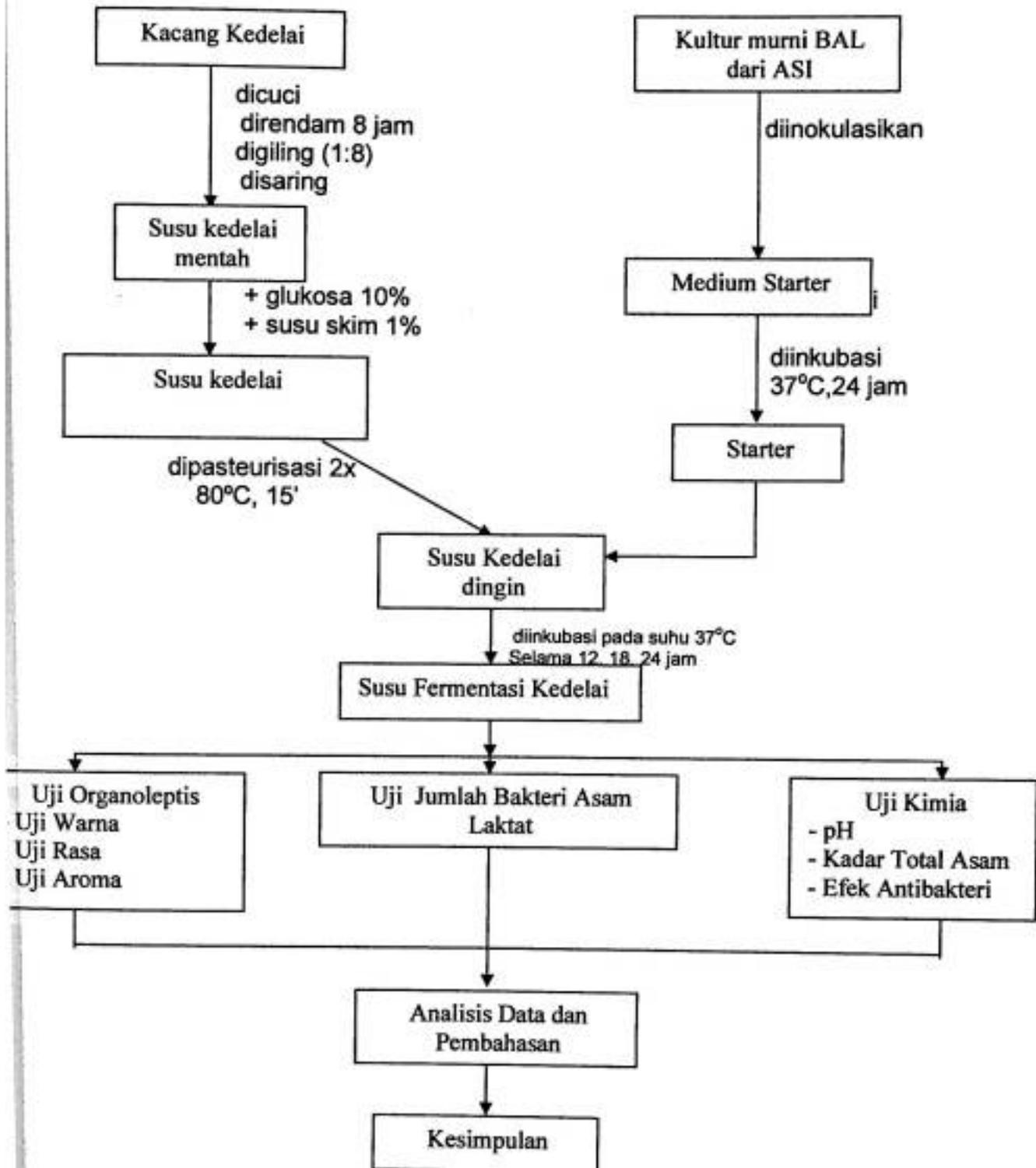


Gambar 6. Efek Antibakteri *Lactobacillus sp* Terhadap Bakteri *Escherichia coli* Yang Dihasilkan Soygurt dengan Menggunakan Medium GNA

Keterangan :

- A = Waktu Fermentasi 12 jam
- B = Waktu Fermentasi 18 jam
- C = Waktu Fermentasi 24 jam
- D = Kontrol
- 1 = Zona Hambatan
- 2 = Pencadangan
- 3 = Soygurt
- 4 = Medium GNA + Bakteri *Escherichia coli*

Lampiran 1. Skema Kerja



Lampiran 2. Hasil Perhitungan Total Asam Berdasarkan Analisis Statistik dengan Metode RAL

Replikasi	Waktu Fermentasi			Jumlah	Rata-rata
	A	B	C		
I	0,553	0,568	0,553	1,674	0,558
II	0,553	0,576	0,568	1,697	0,566
III	0,568	0,553	0,568	1,689	0,563
Jumlah	1,674	1,697	1,689	5,06	1,687

Keterangan :

A = Waktu Fermentasi 12 jam

B = Waktu Fermentasi 18 jam

C = Waktu Fermentasi 24 jam

$$\begin{aligned} \text{Faktor koreksi (Fk)} &= \frac{(5,06)^2}{9} \\ &= \frac{25,6036}{9} = 2,8448 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= \left[(0,553^2) + (0,568^2) + (0,553^2) + (0,553^2) + (0,576^2) + \right. \\ &\quad \left. (0,568^2) + (0,568^2) + (0,553^2) + (0,568^2) \right] - 2,8448 \\ &= (0,305809 + 0,322624 + 0,305809 + 0,305809 + \\ &\quad 0,331776 + 0,322624 + 0,322624 + 0,305809 + \\ &\quad 0,322624) - 2,8448 \\ &= 2,845508 - 2,8448 \\ &= 0,000708 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \left[\frac{(1,674^2 + 1,697^2 + 1,689^2)}{3} \right] - 2,8448 \\ &= \frac{(2,802276 + 2,879809 + 2,852721)}{3} - 2,8448 \end{aligned}$$

Lampiran 2. Hasil Perhitungan Total Asam Berdasarkan Analisis Statistik dengan Metode RAL

Replikasi	Waktu Fermentasi			Jumlah	Rata-rata
	A	B	C		
I	0,553	0,568	0,553	1,674	0,558
II	0,553	0,576	0,568	1,697	0,566
III	0,568	0,553	0,568	1,689	0,563
Jumlah	1,674	1,697	1,689	5,06	1,687

Keterangan :

A = Waktu Fermentasi 12 jam

B = Waktu Fermentasi 18 jam

C = Waktu Fermentasi 24 jam

$$\begin{aligned} \text{Faktor koreksi (Fk)} &= \frac{(5,06)^2}{9} \\ &= \frac{25,6036}{9} = 2,8448 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= \left\{ (0,553^2) + (0,568^2) + (0,553^2) + (0,553^2) + (0,576^2) + \right. \\ &\quad \left. (0,568^2) + (0,568^2) + (0,553^2) + (0,568^2) \right\} - 2,8448 \\ &= (0,305809 + 0,322624 + 0,305809 + 0,305809 + \\ &\quad 0,331776 + 0,322624 + 0,322624 + 0,305809 + \\ &\quad 0,322624) - 2,8448 \\ &= 2,845508 - 2,8448 \\ &= 0,000708 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \left\{ \frac{(1,674^2 + 1,697^2 + 1,689^2)}{3} \right\} - 2,8448 \\ &= \frac{(2,802276 + 2,879809 + 2,852721)}{3} - 2,8448 \end{aligned}$$

$$= \frac{(8,534806)}{3} - 2,8448$$

$$= 2,8449353 - 2,8448$$

$$= 0,0001353$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 0,000708 - 0,0001353$$

$$= 0,0005727$$

Tabel Anova

Sumber Keragaman	JK	DB	KT	Fh	Ft	
					5%	1%
Perlakuan	0,0001353	2	0,00006765	0,708	5,14	10,92
Galat	0,0005727	6	0,00009545			
Total	0,000708	8	-	-		

Karena $F_h < F_t$ maka diantara perlakuan tidak berbeda nyata (tidak signifikan). Jadi tidak ada pengaruh waktu fermentasi terhadap produksi soygurt.

Lampiran 3. Hasil Perhitungan Efek Antimikroba Berdasarkan Analisis Statistik dengan Metode RAL

Replikasi	Waktu Fermentasi			Jumlah	Rata-rata
	A	B	C		
I	25,67	26,3	24,3	76,27	25,42
II	23	23,3	32	78,3	26,1
III	20,67	30	23	73,67	24,556
Jumlah	69,34	79,6	79,3	228,24	76,08

Keterangan :

A = Waktu Fermentasi 12 jam

B = Waktu Fermentasi 18 jam

C = Waktu Fermentasi 24 jam

$$\begin{aligned} \text{Faktor koreksi (Fk)} &= \frac{(228,24)^2}{9} \\ &= \frac{52093,4976}{9} = 5788,1664 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= \left[\frac{9}{(25,67^2) + (23^2) + (20,67^2) + (26,3^2) + (23,3^2) + (30^2) + (24,3^2) + (32^2) + (23^2)} \right] - 5788,1664 \\ &= (658,9489 + 529 + 427,2489 + 691,69 + 542,89 + 900 + 590,49 + 1024 + 529) - 5788,1664 \\ &= 5893,2678 - 5788,1664 \\ &= 105,1014 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \left[\frac{(69,34^2 + 79,6^2 + 79,3^2)}{3} \right] - 5788,1664 \\ &= \frac{(4808,0356 + 6336,16 + 6288,49)}{3} - 5788,1664 \\ &= 3077,5438 - 5788,1664 \end{aligned}$$

$$= \frac{(17432,6856)}{3} - 5788,1664$$

$$= 5810,8952 - 5788,1664$$

$$= 22,7288$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 105,1014 - 22,7288$$

$$= 82,3726$$

Tabel Anova

Sumber Keragaman	JK	DB	KT	Fh	Ft	
					5%	1%
Perlakuan	22,7288	2	11,3644	0,827	5,14	10,92
Galat	82,3726	6	13,7287			
Total	105,1014	8	-	-		

Karena $F_h < F_t$ maka diantara perlakuan tidak berbeda nyata (tidak signifikan). Jadi tidak ada pengaruh waktu fermentasi terhadap produksi soygurt.