

PENGARUH KONSENTRASI KULTUR
BAKTERI ASAM LAKTAT ASAL KOLOSTRUM ASI
TERHADAP FERMENTASI SUSU JAGUNG MANIS
(*Zea mays Saccharata* Sturt)

DHARMAYANTI POLAPA
H 511 03 824-1



No. Tesis	18-2-08
Judul	Fale Ferungi
Penyusun	H
No. Induk	14
No. Kelas	

FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008

**PENGARUH KONSENTRASI KULTUR
BAKTERI ASAM LAKTAT ASAL KOLOSTRUM ASI TERHADAP
FERMENTASI SUSU JAGUNG MANIS (*Zea mays Saccharata* Sturt)**

SKRIPSI

**Untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi
Syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana**

**DHARMAYANTI POLAPA
H 511 03 824-1**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008**

**PENGARUH KONSENTRASI KULTUR BAKTERI ASAM LAKTAT
ASAL KOLOSTRUM ASI TERHADAP FERMENTASI
SUSU JAGUNG MANIS (*Zea mays Saccharata* Sturt)**

**Dharmayanti polapa
H 511 03 824-1**

**Disetujui Oleh :
Pembimbing Utama,**



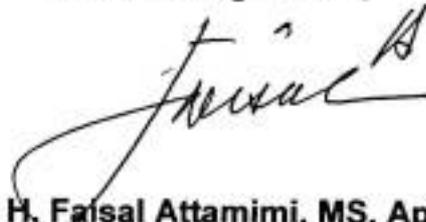
**Dr. M. Natsir Djide, MS, Apt.
NIP. 130 785 083**

Pembimbing Pertama,



**Dra. Rahmawati Syukur, M.Si, Apt
NIP. 132 012 988**

Pembimbing Kedua,



**Dr. H. Faisal Attamimi, MS, Apt
NIP. 130 355 932**

Pada tanggal 14 Februari 2008

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi kultur bakteri asam laktat asal kolostrum ASI terhadap fermentasi susu jagung manis (*Zea mays Saccharata* Sturt). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri asam laktat asal kolostrum ASI mampu memfermentasi susu jagung dan menentukan pengaruh konsentrasi terhadap kadar total asam laktat, organoleptis, nilai pH, jumlah bakteri asam laktat, dan gula reduksi. Pengaruh konsentrasi kultur bakteri asam laktat terhadap fermentasi susu jagung didasarkan pada analisis total asam laktat dengan metode alkalimetri, organoleptik dengan uji hedonik, nilai pH dengan menggunakan kertas pH universal, jumlah bakteri asam laktat dengan menggunakan medium GYPA + CaCO₃, dan dihitung dengan metode *Standard Plate Count*, serta kadar gula reduksi secara Spektrofotometri Sinar Tampak. Penelitian ini menggunakan 3 variasi konsentrasi kultur bakteri asam laktat yaitu 2,5 %, 5 %, dan 10 %. Berdasarkan hasil analisis diperoleh data bahwa bakteri asam laktat asal kolostrum ASI dapat memfermentasi susu jagung. Dan konsentrasi yang paling baik untuk fermentasi susu jagung adalah 5 %.

Kata Kunci : Susu jagung fermentasi, bakteri asam laktat asal kolostrum ASI

ABSTRACT

A research of the influence of lactate acid bacterial culture concentration from the Colostrum Mother's Breast Milk toward fermented maize milk (*Zea mays Saccharata* Sturt) has been done. It was aim to know the ability of lactate acid bacteria from Colostrum of Mother's Breast Milk to fermentate the maize milk and determine the influence of concentration toward lactate acid total content, organoleptic, pH value, amount of lactate acid bacteria, and the reduced glucose. The influence of lactate acid bacterial culture concentration toward fermented maize milk based on the analysis of lactate acid total content by using the alkalimetric method, the organoleptic by the hedonic test, The pH value by using universal pH paper, the amount of lactate acid bacterium by using GYPA + CaCo₃ medium, and calculated by using the Standard Plate Count (SPC) method, and reduced glucose content by the Visible Ray Spectrofotometric. This Research use 3 type variation of lactate acid bacterium culture concentration; that is 2,5 %, 5 %, and 10 %. Based on analyse result obtained that the lactate acid bacterium from the colostrum of Mother's Brest Milk could fermentate the maize milk. And the best concentration to fermentate the maize milk is 5 %.

Key Words : Fermentated Maize Milk, Lactate Acid Bacteria from Colostrums of Mother's Breast Milk

ABSTRACT

A research of the influence of lactate acid bacterial culture concentration from the Colostrum Mother's Breast Milk toward fermented maize milk (*Zea mays Saccharata* Sturt) has been done. It was aim to know the ability of lactate acid bacteria from Colostrum of Mother's Breast Milk to fermentate the maize milk and determine the influence of concentration toward lactate acid total content, organoleptic, pH value, amount of lactate acid bacteria, and the reduced glucose. The influence of lactate acid bacterial culture concentration toward fermented maize milk based on the analysis of lactate acid total content by using the alkalimetric method, the organoleptic by the hedonic test, The pH value by using universal pH paper, the amount of lactate acid bacterium by using GYPA + CaCo₃ medium, and calculated by using the Standard Plate Count (SPC) method, and reduced glucose content by the Visible Ray Spectrofotometric. This Research use 3 type variation of lactate acid bacterium culture concentration; that is 2,5 %, 5 %, and 10 %. Based on analyse result obtained that the lactate acid bacterium from the colostrum of Mother's Brest Milk could fermentate the maize milk. And the best concentration to fermentate the maize milk is 5 %.

Key Words : Fermentated Maize Milk, Lactate Acid Bacteria from Colostrums of Mother's Breast Milk

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengaruh Konsentrasi Kultur Bakteri Asam Laktat Asal Kolostrum Asi terhadap Fermentasi Susu Jagung Manis (*Zea mays Saccharata* Sturt)" ini.

Melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini. Pertama-tama, penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Dr. M. Natsir Djide, MS. Apt selaku pembimbing utama, Dra. Rahmawati Syukur, M.Si, Apt selaku pembimbing pertama, dan Dr. H. Faisal Attamimi, MS, Apt selaku pembimbing kedua. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Farmasi dan semua staf yang telah memberikan fasilitas dalam menempuh studi hingga penulis menyelesaikan penelitian ini.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua tercinta, Mochtar Polapa dan Hafni Kasim, kakak tersayang Nurkholis Polapa dan istri, yang telah memberikan segala dukungan, bantuan, baik materil maupun spiritual, serta kasih sayang sepenuhnya kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada yang tersayang, Jufri F. Poetra atas segala dukungan dan bantuan

yang tidak putus-putusnya kepada penulis. Dan kepada saudaraku tersayang Tias Melati Syahbuddin yang telah memberi dukungan dan bantuan fasilitas selama penyelesaian skripsi ini.

Untuk sahabat-sahabat terbaik, Ria Andriany, Astryani Chaterine, Debyane Toding, Marisa Werokati, Dian Ekawati M., Elisa Roselina, Dwi Jusriani, Indrayanti Abubakar, Yenny Feithy T, Feby Amelia, Nova Elony, Novianty Toban, Ittang Virgonalia, Welmitha Natalia, Wa Ode Juniati, dan Masyita, terima kasih atas semua bantuan dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Untuk Kak Lia, Bu Is, Kak Dewi, terima kasih atas petunjuk yang diberikan selama penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih untuk teman-teman seperjuangan Andi Iwet, Hasmiaty, Eny Nurhikmah, Andi Adriany, Nely Damayanti, Febrianty Amlin, Himrayani dan Abd. Rahimullah.

Akhirnya, kepada semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu-persatu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan yang telah diberikan. Semoga Allah SWT meridhai kita semua.

Makassar, Desember 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Jagung.....	4
II.1.1 Klasifikasi.....	5
II.1.2 Morfologi.....	5
II.1.3 Nama Lain	6
II.1.4 Jagung Manis (<i>Sweet Corn</i>)	6
II.2 Susu Fermentasi	8
II.2.1 Manfaat Susu Fermentasi.....	10
II.2.2 Susu untuk Pembuatan Susu Fermentasi	11
II.3 Teknologi Fermentasi	12
II.4 Fermentasi Asam Laktat.....	14
II.4.1 Bakteri Asam Laktat.....	16
II.4.2 Metabolisme Bakteri Asam Laktat	19
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN	27
III.1 Alat dan Bahan	27
III.2 Prosedur Kerja.....	27
III.2.1 Sterilisasi Alat.....	27

III.2.2 Pengambilan Bahan Penelitian.....	28
III.2.3 Pembuatan Susu Jagung	28
III.2.4 Pembuatan Medium.....	28
III.2.5 Peremajaan Bakteri	29
III.2.6 Pembuatan Kultur Starter	29
III.2.7 Pembuatan Susu Jagung Fermentasi.....	30
III.2.8 Pengujian Susu Jagung Fermentasi.....	30
III.2.9 Pengamatan dan Pengumpulan Data.....	33
III.2.10 Pembahasan Hasil Penelitian.....	33
III.2.11 Pengambilan Kesimpulan	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
IV.1 Hasil Penelitian	34
IV.2 Pembahasan	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
V.1 Kesimpulan	40
V.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Kadar kalori, protein dan hidrat arang pada berbagai bahan makanan mentah	5
2. Kandungan zat gizi sweet corn dan jagung biasa	8
3. Hasil uji organoleptis dengan menggunakan panelis	43
4. Hasil perhitungan Kadar total asam	44
5. Hasil perhitungan bakteri asam laktat	45
6. Nilai ALT masing-masing susu jagung fermentasi	45
7. Hasil Pengukuran Glukosa Baku dengan Spektrofotometri Sinar Tampak	46
8. Hasil Pengukuran Gula Reduksi dalam Susu Jagung Fermentasi dengan Spektrofotometri Sinar Tampak	47
9. Hasil Perhitungah Kadar Gula Reduksi dalam Susu jagung Fermentasi	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Reaksi aktivasi glukosa	21
2. Reaksi enzim aldolase dari triosafosfat isomerase	22
3. Reaksi pembentukan asam laktat.....	22
4. Diagram kenaikan kadar total asam dalam sampel	44
5. Grafik serapan glukosa standar pada λ_{\max} 630 nm	46
6. Diagram pehurunan kadar gula reduksi dalam sampel.....	48
7. Jagung Manis.....	49
8. Susu Jagung Hasil Fermentasi	49
9. Koloni Bakteri Asam Laktat dalam Susu Jagung Fermentasi.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Reaksi aktivasi glukosa	21
2. Reaksi enzim aldolase dari triosafosfat isomerase	22
3. Reaksi pembentukan asam laktat	22
4. Diagram kenaikan kadar total asam dalam sampel	44
5. Grafik serapan glukosa standar pada λ_{max} 630 nm	46
6. Diagram penurunan kadar gula reduksi dalam sampel	48
7. Jagung Manis	49
8. Susu Jagung Hasil Fermentasi	49
9. Koloni Bakteri Asam Laktat dalam Susu Jagung Fermentasi	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Reaksi aktivasi glukosa	21
2. Reaksi enzim aldolase dari triosafosfat isomerase	22
3. Reaksi pembentukan asam laktat	22
4. Diagram kenaikan kadar total asam dalam sampel	44
5. Grafik serapan glukosa standar pada λ_{\max} 630 nm	46
6. Diagram pehurunan kadar gula reduksi dalam sampel	48
7. Jagung Manis	49
8. Susu Jagung Hasil Fermentasi	49
9. Koloni Bakteri Asam Laktat dalam Susu Jagung Fermentasi	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Skema kerja	51
2. Hasil perhitungan total asam berdasarkan analisis statistik dengan metode RAL	52
3. Hasil perhitungan total gula reduksi berdasarkan analisis statistik dengan metode RAL	55

BAB I

PENDAHULUAN

Jagung merupakan bahan makanan pokok utama di Indonesia, yang memiliki kedudukan sangat penting setelah beras. Dalam perkembangan ekonomi dewasa ini, disamping sebagai bahan makanan pokok, jagung telah menjadi lebih penting karena merupakan bahan pokok bagi industri pakan ternak (1).

Biji jagung merupakan salah satu tanaman pangan terpenting di dunia. Penduduk beberapa daerah di Indonesia (misalnya di Madura dan Nusa Tenggara) juga menggunakan jagung sebagai makanan pokok. Biji jagung berkhasiat untuk memperbanyak air susu ibu, obat batu ginjal, obat jantung, dan peluruh air seni (1).

Biji jagung kaya akan karbohidrat, yang sebagian besar berada pada endospermium. Kandungan karbohidrat dapat mencapai 80 % dari seluruh bahan kering biji. Karbohidrat dalam bentuk pati umumnya berupa campuran amilosa dan amilopektin. Pada jagung ketan, sebagian besar atau seluruh patinya merupakan amilopektin. Perbedaan ini tidak hanya berpengaruh pada kandungan gizi, tetapi lebih berarti dalam pengolahan sebagai bahan pangan. Jagung manis tidak mampu memproduksi pati sehingga bijinya terasa lebih manis ketika masih muda (1).

Jagung manis mempunyai nilai gizi yang berbeda dengan jagung biasa. Karbohidrat dalam biji jagung mengandung gula pereduksi (glukosa

dan fruktosa), sukrosa, polisakarida dan pati. Menurut Koswara (1986), kadar gula pada endosperm jagung manis sebesar 5-6 % dan kadar pati 10-11 %. Sedangkan pada jagung biasa hanya 2-3 % atau setengah dari kadar gula jagung manis. Menurut Kamil (1982), gula yang terkandung dalam biji jagung manis adalah sukrosa yang dapat mencapai 11 % (2).

Dalam pemanfaatannya, jagung manis juga bisa diolah menjadi susu. Konsumsi susu di Indonesia masih rendah padahal susu memiliki banyak manfaat. Salah satu alasan orang tidak mengonsumsi susu adalah karena intoleransi laktosa dimana lambung tidak bisa mencerna susu. Keadaan ini biasanya terjadi terhadap konsumsi susu hewani seperti susu sapi di mana lambung tidak memiliki atau kekurangan enzim laktase. Susu kedelai yang marak saat ini juga memiliki aroma khas yang berbau langu yang membuat sebagian orang tidak menyukainya. Sehingga diharapkan dengan pengembangan dan pengolahan susu jagung ini diharapkan menjadi minuman alternatif pengganti susu sapi ataupun kedelai (3).

Susu jagung manis dikenal pula dengan sebutan *corn milk*, sekarang banyak dinikmati masyarakat Ambarawa. Minuman ini dapat memulihkan energi dalam waktu cepat dan menjaga kesehatan mata, hati, lambung usus serta diyakini sebagai minuman bebas kolesterol. Juga dapat mengobati penyakit diabetes dikarenakan jagung manis mengandung gula alami (4).

Saat ini produk susu fermentasi dibuat secara pabrikasi di banyak negara dengan menggunakan bakteri asam laktat (BAL). Kelompok bakteri ini termasuk dalam bakteri probiotik yaitu bakteri yang dalam jumlah tertentu

mempunyai efek menguntungkan bagi kesehatan (5, 6). Secara alami bakteri asam laktat banyak dijumpai di berbagai habitat seperti makanan dan minuman fermentasi, buah-buahan dan saluran pencernaan manusia serta ternak. Bakteri asam laktat tidak bersifat patogen dan aman untuk meningkatkan kesehatan baik manusia maupun ternak (7).

Produk fermentasi susu yang sudah dikenal diantaranya yoghurt, soyghurt, keju, yakult, kefir, dadih, koumis, dan lain-lain (8).

Sesuai uraian di atas, permasalahan yang timbul adalah dapatkan susu jagung mengalami proses fermentasi dengan penambahan kultur bakteri asam laktat asal kolostrum ASI, dan menghasilkan suatu produk fermentasi yang optimal yang memiliki parameter fisika dan farmaseutika yang baik dan dapat diterima oleh masyarakat. Berdasarkan hal ini, maka akan dilakukan penelitian pembuatan produk fermentasi susu jagung dengan tujuan untuk mengetahui apakah bakteri asam laktat asal kolostrum ASI dapat memfermentasi susu jagung, dan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kultur bakteri ini terhadap fermentasi susu jagung.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Jagung

Tanaman jagung sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia ataupun hewan. Di Indonesia, jagung merupakan makanan pokok kedua setelah padi. Sedangkan berdasarkan urutan bahan makanan pokok di dunia, jagung menduduki urutan ketiga setelah gandum dan padi (10).

Jagung merupakan salah satu jenis bahan makanan yang mengandung sumber hidrat arang yang dapat digunakan untuk menggantikan (mensubstitusi) beras, sebab (10) :

- a. Jagung memiliki kalori yang hampir sama dengan kalori yang terkandung pada padi (lihat Tabel 1)
- b. Kandungan protein di dalam biji jagung sama dengan biji padi, sehingga jagung dapat pula menyumbangkan sebagian kebutuhan protein yang diperlukan manusia. Kandungan karbohidratnya pun mendekati karbohidrat pada padi (lihat Tabel 1), berarti jagung juga memiliki nilai gizi yang mendekati nilai gizi padi
- c. Jagung dapat tumbuh di berbagai macam tanah, bahkan pada kondisi tanah yang agak kering pun jagung masih dapat di tanam.

Tabel 1. Kadar Kalori, Protein dan Hidrat Arang pada Berbagai Bahan Makanan Mentah (dalam 100 gram)

Bahan mentah	Kadar kalori (kal)	Kadar protein (gram)	Kadar karbohidrat (gram)
Beras/padi	350	8	73
Jagung	320	8	63
Ubi kayu basah	136	1.2	32
Gaplek tepung	352	1.5	85
Ketela rambat	125	1.8	28
Kentang	85	2	19
Sagu	341	-	85
Cantel	304	9	58

II.1.1 Klasifikasi (10)

- Kerajaan : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Anak Divisi : Angiospermae
 Kelas : Monocotyledoneae
 Bangsa : Graminales
 Suku : Gramineae
 Marga : Zea
 Jenis : *Zea mays* (L.)

II.1.2 Morfologi(10)

Tanaman jagung adalah tanaman berumpun yang umumnya tumbuh tegak dan tinggi. Komponen utama dari jagung yaitu batang, daun, bunga, buah, biji dan akar.

II.1.3 Nama lain (1)

Aceh	: Jagong
Batak	: Jagong
Nias	: Rigi
Madura	: Jhahung
Flores	: Latung
Timor	: Pena
Gorontalo	: Binte
Buol	: Binde
Toraja	: Gandung
Halmahera	: Kastela
Tidore	: Telo

II.1.4 Jagung manis (*Sweet corn*)

Di Indonesia *sweet corn* (*Zea mays Saccharata* Sturt), dikenal dengan nama jagung manis. Tanaman ini merupakan jenis jagung yang belum lama dikenal dan baru dikembangkan di Indonesia. Sweet corn semakin populer dan banyak dikonsumsi karena memiliki rasa yang lebih manis dibandingkan jagung biasa. Selain itu, umur produksinya lebih singkat (genjah) sehingga sangat menguntungkan (2).

Menurut Koswara (1986), sifat manis pada jagung manis disebabkan oleh adanya gen *su-1* (*sugary*), *bt-2* (*brittle*), ataupun *sh-2* (*shrunk*). Gen ini dapat mencegah perubahan gula menjadi zat pati pada endosperm

sehingga jumlah gula yang ada kira-kira dua kali lebih banyak dibandingkan jagung biasa (2).

Perbedaan antara jagung manis dan jagung biasa umumnya pada warna bunga jantan. Bunga jantan jagung manis berwarna putih, sedangkan pada jagung biasa kuning kecoklatan. Rambut pada jagung manis berwarna putih sedangkan pada jagung biasa berwarna merah. Jagung manis mengandung lebih banyak gula dalam endospermnya daripada jagung biasa dan pada proses pematangan kadar gula yang tinggi menyebabkan biji keriput. Keadaan keriput inilah yang membedakannya dengan biji jagung biasa (2, 10).

Perbedaan lainnya adalah jagung manis berumur lebih genjah dan memiliki tongkol lebih kecil dibandingkan jagung biasa. Tongkolnya memiliki 2 atau 3 pasang daun yang tumbuh di sisi kiri dan kanan (2).

Jagung manis mempunyai nilai gizi yang berbeda dengan jagung biasa. Kandungan zat gizi jagung manis dan jagung biasa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Zat Gizi Jagung Manis dan jagung Biasa tiap 100 Gram

Zat Gizi	Sweet Corn	Jagung Biasa	Satuan
Energi	96	129	Kal
Protein	3.5	4.1	g
Lemak	1.0	1.3	g
Karbohidrat	22.8	30.3	g
Kalsium	3.0	5.0	mg
Fosfor	111.0	108.0	mg
Besi	0.7	1.1	mg
Vitamin A	400	117	SI
Vitamin B	0.15	0.18	mg
Vitamin C	12	9	mg
Air	72.7	63.5	g

Karbohidrat dalam biji jagung mengandung gula pereduksi (glukosa dan fruktosa), sukrosa, polisakarida dan pati. Menurut Koswara (1986), kadar gula pada endosperm jagung manis sebesar 5 – 6 % dan kadar pati 10 - 11 %. Sedangkan pada jagung biasa hanya 2 – 3 % atau setengah dari kadar gula jagung manis. Menurut Kamil (1982), gula yang disimpan dalam biji jagung manis adalah sukrosa yang dapat mencapai jumlah 11 % (2).

II.2 Susu Fermentasi

Jenis-jenis susu fermentasi diantaranya yang termasuk dalam fermentasi termofil adalah (8) :

1. Yoghurt

Yoghurt melibatkan bakteri *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, yang secara alami terdapat dalam susu

atau sengaja ditambahkan sebagai kultur starter sebanyak 2-5 %, dengan perbandingan 1:1. suhu fermentasi optimum adalah 42-45°C selama 3-6 jam, hingga mencapai pH 4,4 dan kadar asam tertitrasi mencapai 0,9-1,2 %.

2. Buttermilk Bulgarian

Jenis susu fermentasi ini sangat asam, melibatkan *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* saja, yaitu 2 % kultur starter diinokulasi pada susu full krim yang dipasteurisasi pada suhu 38-42°C selama 10-12 jam sampai terbentuk gumpalan dengan total asam tertitrasi sebesar 1,4 %, sehingga citarasanya sangat tajam.

3. Susu Asam Asidofilus

Susu fermentasi ini hanya melibatkan kultur starter tunggal *Lactobacillus acidophilus*. Pertumbuhan bakterinya sangat lambat, hanya meningkat 5 kali dalam 18-24 jam dengan keasaman di bawah 0,8 %.

4. Yakult

Susu ini difermentasi dengan *Lactobacillus casei* Shirota strain, dimana waktu fermentasinya selama 7 hari pada suhu 37°C, dalam kondisi yang sangat higienis. Yakult adalah minuman susu fermentasi berbentuk cair dengan penambahan 14 % gula. Bakteri hidup yang terkandung pada produk akhir adalah 10^8 koloni/ml.

5. Susu Fermentasi Probiotik

Susu fermentasi probiotik diproduksi dengan melibatkan bakteri probiotik, yaitu bakteri asam laktat maupun bifidobakteria yang bersifat

probiotik, diantaranya adalah *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *lactobacillus GG*, dan *Bifidobacterium sp.*

II.2.1 Manfaat Susu Fermentasi

Manfaat minum yogurt dan susu fermentasi lainnya adalah sebagai berikut (16):

1. Mengatasi ketidak mampuan mencerna laktosa (*lactose intolerance*)

Penderita *lactose intolerance* adalah orang yang tidak dapat mengkonsumsi susu karena tidak mempunyai enzim pemecah laktose di dalam sistem pencernaannya. Akan tetapi pengamatan menunjukkan bahwa penderita *lactose intolerance* dapat mengkonsumsi susu fermentasi tanpa mengalami sakit (Gallegher et al, 1974). Hal ini disebabkan kultur laktat yang digunakan dalam fermentasi susu yang mempunyai sistem enzim pemecah laktose, menjadi glukosa dan galaktosa. Kultur tersebut mempunyai enzim pemecah laktosa yaitu β galaktosidase, untuk memperoleh energi dalam pertumbuhan di dalam susu.

2. Mencegah kanker kolon

Terdapat tiga mekanisme yang diperkirakan terjadi sehubungan dengan kemampuan probiotik dalam menekan insiden kanker kolon, yaitu : (1) menekan perkembangan sel tumor secara langsung maupun tidak langsung melalui peningkatan sistem imun, (2) penghilangan kemampuan enzim yang berperan dalam mengkonversi komponen-komponen prokarsinogenik menjadi karsinogenik, yaitu enzim-enzim fekal β -glukosidase, β -glukoronidase, nitroreduktase dan azoreduktase. Peranan

probiotik dalam hal ini adalah menekan pertumbuhan bakteri-bakteri penghasil enzim-enzim tersebut dengan cara : memproduksi senyawa-senyawa inhibitor seperti asam-asam organik (laktat, asetat), H_2O_2 serta bakterioson, memblokir sisi penempelan di saluran cerna, berkompetensi dalam penggunaan nutrisi untuk pertumbuhan, (3) eliminasi senyawa mutagenik atau prokarsinogenik.

3. Menurunkan tekanan darah

Beberapa pengujian klinik menunjukkan konsumsi susu fermentasi dapat menurunkan tekanan darah. Hal ini dianggap disebabkan oleh penghambatan *Angiotensin Converting Enzyme* (ACE) seperti produksi peptida selama proses fermentasi.

4. Meningkatkan fungsi imun

Probiotik memberikan efek menguntungkan bagi fungsi imun. Probiotik dapat melawan bakteri patogen melalui penghambatan kompetitif.

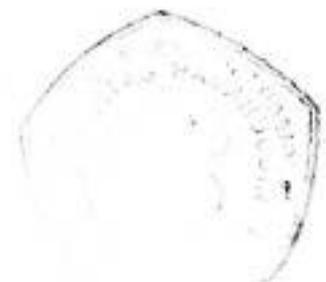
5. Mereduksi inflamasi

Probiotik diketahui dapat memodulasi inflamasi dan respon hipersensitif.

II.2.2 Susu untuk Pembuatan Susu Fermentasi

Produk-produk susu dapat dibedakan menjadi lima kelompok, yaitu (15):

1. Susu cair, baik yang masih mentah, telah mengalami pasteurisasi, maupun susu steril
2. Susu kental dan bubuk, termasuk bubuk whey dan kasein



3. Mentega
4. Keju dan produk fermentasi lainnya
5. Es krim dan produk beku lainnya

Untuk menghasilkan susu fermentasi yang baik, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut (8) :

1. Susu segar bermutu tinggi, rendah kandungan bakterinya, dipasteurisasi dengan tepat.
2. Menggunakan kultur starter yang aktif dan tepat, pendinginan yang cepat dan sanitasi proses yang baik.
3. Seleksi kultur starter, dan kondisi fermentasi memegang peranan penting dalam proses fermentasi susu.

Standar Internasional Dairy Federation (1992) untuk susu fermentasi dijabarkan sebagai berikut : susu fermentasi dipersiapkan dari susu atau produk susu (salah satu atau kombinasi dari keseluruhan, sebagian atau seluruhnya susu skim, susu bubuk atau susu konsentrat, konsentrat atau bubuk whey, protein susu termasuk whey protein, konsentrat whey protein, protein susu larut air, kasein yang dapat dimakan) (8).

Spesifikasi lain yang tercakup dalam IDF termasuk kultur starter viable atau hidup, aktif dan jumlahnya setidaknya 10^7 koloni/g pada produk akhir selama di pasaran (8).

II.3 Teknologi Fermentasi

Fermentasi adalah salah satu bagian dari bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme sebagai pemeran utama dalam suatu proses.

Industri fermentasi di negara-negara maju sudah berkembang sedemikian pesatnya, termasuk dalam produksi hasil-hasil pemecahan atau metabolit primer oleh mikroba (asam, asam amino, alkohol), hasil metabolit sekunder (antibiotik, toksin), produksi masa sel (protein sel tunggal), enzim dan sebagainya (11).

Persiapan atau pengawetan bahan pangan dengan proses fermentasi tergantung pada produksi oleh mikroorganisme tertentu, perubahan-perubahan kimia dan fisik yang mengubah rupa, bentuk (*body*) dan flavor dari bahan pangan aslinya. Perubahan-perubahan ini dapat memperbaiki gizi dari produk dan umumnya menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan (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 diantaranya karbondioksida (13)

Fermentasi timbul sebagai hasil metabolisme tipe anaerobik. Untuk hidup semua organisme membutuhkan sumber energi-energi yang diperoleh dari metabolisme bahan pangan dimana organisme berada di dalamnya. Bahan baku energi yang paling banyak digunakan di antara mikroorganisme adalah glukosa. Dengan adanya oksigen beberapa mikroorganisme mencerna glukosa dan menghasilkan air, karbondioksida dan sejumlah besar energi (ATP) yang digunakan untuk tumbuh. Ini adalah metabolisme tipe aerobik. Akan tetapi beberapa mikroorganisme dapat mencerna bahan baku

energinya tanpa adanya oksigen dan sebagai hasilnya bahan baku energi ini hanya sebagian yang dipecah. Bukannya air, karbondioksida dan sejumlah besar energi yang dihasilkan tetapi hanya sejumlah kecil energi, karbondioksida, air dan produk akhir metabolik organik lain yang dihasilkan. Zat-zat produk akhir ini termasuk sejumlah besar asam laktat, asam asetat dan etanol serta sejumlah asam organik volatil lainnya, alkohol dan ester dari alkohol tersebut. Pertumbuhan yang terjadi tanpa adanya oksigen sering dikenal sebagai fermentasi (12).

Pada saat ini, industri fermentasi dibagi menjadi empat kelompok (14):

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.2.2 Fermentasi Asam Laktat

Fermentasi bahan pangan adalah sebagai hasil kegiatan beberapa jenis mikroorganisme di antara beribu-ribu jenis bakteri, khamir dan kapang yang telah dikenal. Mikroorganisme yang memfermentasikan bahan pangan

energinya tanpa adanya oksigen dan sebagai hasilnya bahan baku energi ini hanya sebagian yang dipecah. Bukannya air, karbondioksida dan sejumlah besar energi yang dihasilkan tetapi hanya sejumlah kecil energi, karbondioksida, air dan produk akhir metabolik organik lain yang dihasilkan. Zat-zat produk akhir ini termasuk sejumlah besar asam laktat, asam asetat dan etanol serta sejumlah asam organik volatil lainnya, alkohol dan ester dari alkohol tersebut. Pertumbuhan yang terjadi tanpa adanya oksigen sering dikenal sebagai fermentasi (12).

Pada saat ini, industri fermentasi dibagi menjadi empat kelompok (14):

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.2.2 Fermentasi Asam Laktat

Fermentasi bahan pangan adalah sebagai hasil kegiatan beberapa jenis mikroorganisme di antara beribu-ribu jenis bakteri, khamir dan kapang yang telah dikenal. Mikroorganisme yang memfermentasikan bahan pangan

untuk menghasilkan perubahan yang diinginkan dapat dibedakan dari mikroorganisme-mikroorganisme yang menyebabkan kerusakan dan penyakit-penyakit yang ditularkan melalui makanan. Dari organisme-organisme yang memfermentasi bahan pangan yang paling penting adalah bakteri pembentuk asam laktat, bakteri pembentuk asam asetat dan beberapa jenis khamir penghasil alkohol. Jenis-jenis kapang tertentu juga berperan utama dalam fermentasi beberapa bahan pangan (12).

Berbagai jenis makanan fermentasi baik tradisional maupun modern melibatkan bakteri asam laktat. Secara umum, makanan fermentasi lebih awet dari bentuk segarnya karena kondisi asam tidak disukai oleh bakteri kontaminan. Disamping itu, makanan fermentasi citarasanya lebih enak dibanding bentuk segarnya, dan nilai gizinya lebih tinggi, karena umumnya lebih mudah dicerna karena telah mengalami penguraian selama proses fermentasi dan terbentuk molekul-molekul yang lebih sederhana dan lebih mudah dicerna (8).

Produk makanan fermentasi yang melibatkan bakteri asam laktat dikelompokkan menjadi dua yaitu produk fermentasi susu dan produk fermentasi non-susu. Selain yoghurt, banyak sekali jenis susu fermentasi yang dibuat di berbagai tempat di dunia, dan di seluruh dunia terdapat sekitar 400 nama yang digunakan untuk produk susu fermentasi baik yang diproduksi secara tradisional maupun dalam skala industri (8).

II.2.3 Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat ditemukan pertama kali oleh Pasteur, seorang professor Kimia di University of Lille, di tahun 1878. Lister melaporkan isolasi bakteri asam laktat asal susu yang tengik. Beberapa laktat dapat ditemukan juga pada saluran pencernaan manusia maupun hewan (8).

Bakteri asam laktat dan Bifidobakteria termasuk dalam kelompok bakteri "baik" bagi manusia, dan umumnya memenuhi status GRAS (Generally Recognized As Safe), yaitu aman bagi manusia. Kelompok bakteri ini tidak membusukkan protein, dan dapat memetabolisme berbagai jenis karbohidrat secara fermentatif menjadi asam laktat sehingga disebut bakteri asam laktat. Jadi, makanan yang tercemar oleh bakteri asam laktat menjadi rusak karena asam, dan akan menjadi busuk kalau kemudian juga dicemari oleh bakteri pembusuk (8).

Istilah bakteri asam laktat (BAL) mulanya ditujukan hanya untuk sekelompok bakteri yang menyebabkan keasaman pada susu (*milk souring organisms*). Secara umum BAL didefinisikan sebagai suatu kelompok bakteri gram positif, tidak menghasilkan spora, berbentuk bulat atau batang, tidak mempunyai sitokrom, aerotoleran, anaerobik hingga mikroaerofilik, membutuhkan nutrisi yang kompleks seperti asam-asam amino, vitamin (B₁, B₆, B₁₂ dan biotin), purin, pirimidin yang memproduksi asam laktat sebagai produk akhir metabolik utama selama fermentasi karbohidrat (8).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri asam laktat sangat beragam, namun komposisi kimia dan kandungan nutrisi pada media sangat berpengaruh (8).

Bakteri asam laktat memerlukan beberapa asam amino dan vitamin. Karena susu mengandung sangat sedikit asam amino bebas, maka hanya bakteri asam laktat yang mampu memecah protein dan peptida yang dapat tumbuh. Demikian pula hanya dengan karbohidrat yang dapat difermentasi. Jenis karbohidrat yang tersedia biasanya sangat menentukan jenis bakteri asam laktat agar mampu tumbuh. Pada susu, bakteri yang tumbuh adalah yang mampu memfermentasi laktosa, sedangkan pada bahan serelia yang mampu tumbuh, harus mampu memfermentasi maltosa. Hal inilah yang membedakan dua kelompok besar bakteri asam laktat berdasarkan habitatnya, yaitu *dairy origin* dan *plant origin* (8).

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 (8) :

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

Kondisi keasaman optimum adalah pH 4,0 – 5,0 sehingga bakteri asam laktat sangat kompetitif dibanding mikroba lain yang ada dalam susu (8).

Secara fisiologis dan berdasarkan aktivitas metabolismenya, bakteri asam laktat dikelompokkan ke dalam dua subgroup yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Bakteri asam laktat homofermentatif melibatkan jalur Embden Meyerhoff yaitu glikolisis, menghasilkan asam laktat, 2 mol ATP dari 1 molekul glukosa/heksosa dalam kondisi normal. Tidak menghasilkan biomassa sel dua kali lebih banyak daripada bakteri asam laktat heterofermentatif. Secara umum bakteri asam laktat homofermentatif digunakan dalam 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 (11).

Bakteri asam laktat heterofermentatif melalui jalur 6-fosfoglukonat/fosfoketolase. Selain menghasilkan asam laktat, juga menghasilkan etanol, CO₂, asam asetat, senyawa citarasa, dan manitol serta 1 mol ATP dari heksosa dan mempunyai enzim aldolase. Bakteri heterofermentatif banyak dimanfaatkan dalam industri susu untuk

menghasilkan keju, dan senyawa flavour, senyawa citarasa maupun pengental, yaitu eksopolisakarida (11).

II.2.4 Metabolisme Bakteri Asam Laktat

Dalam pertumbuhannya, mikroba membutuhkan zat-zat nutrisi untuk sintesa komponen sel dan menghasilkan energi. Sebagai sumber energi untuk menghasilkan ATP dibutuhkan karbohidrat dan/atau protein (11).

Karbohidrat merupakan substrat utama yang dipecah dalam proses fermentasi. Polisakarida terlebih dahulu akan dipecah menjadi gula sederhana sebelum difermentasi, misalnya hidrolisa pati menjadi unit-unit glukosa. Glukosa kemudian akan dipecah menjadi senyawa-senyawa lain tergantung dari jenis fermentasinya (8).

Pada bakteri paling sedikit terdapat tujuh proses fermentasi yang berbeda terhadap glukosa. Masing-masing proses menghasilkan produk-produk yang berbeda, dan masing-masing spesifik terjadi pada grup bakteri tertentu (11).

Fermentasi glukosa pada prinsipnya terdiri dari dua tahap, yaitu (11):

1. Pemecahan rantai karbon dari glukosa dan pelepasan sedikit dua pasang atom hidrogen, menghasilkan senyawa karbon lainnya yang lebih 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 (8) :

1. Jalur *Embden-Meyerhoff-Parnas (EMP)* atau glikolisis ditemukan pada fungi dan kebanyakan bakteri, serta 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 tergorong *Lactobacilli* heterofermentatif.

Jalur Embden Meyerhoff Parnas (EMP) merupakan urutan reaksi oksidasi glukosa menjadi piruvat yang paling umum terjadi pada kebanyakan bakteri, tanaman, hewan dan bahkan manusia pada reaksi katabolismenya. Meskipun jalur *Embden Meyerhoff Parnas (EMP)* bukan satu-satunya cara fermentasi glukosa, tetapi baik digunakan sebagai contoh katabolisme dalam proses fermentasi. Berbagai monosakarida dimetabolisme oleh bakteri asam laktat menjadi glukosa-6-fosfat atau fruktosa-6-fosfat dan kemudian terjadi metabolisme melalui jalur EMP. Bakteri asam laktat homofermentatif menggunakan jalur EMP untuk menghasilkan piruvat untuk kemudian

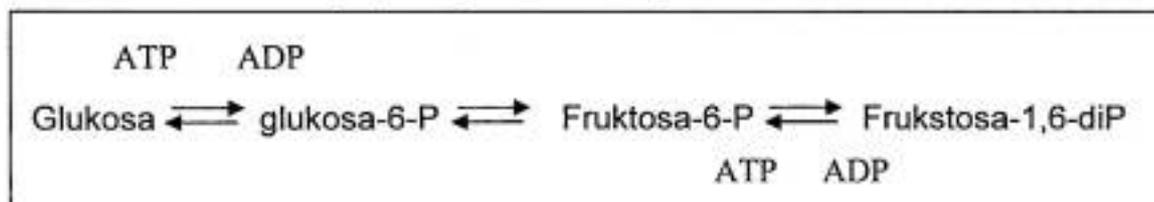
direduksi menjadi asam laktat dehidrogenase menggunakan kelebihan NADH (8).

Jalur EMP dibagi menjadi tiga tahap, yaitu (8) :

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 dibanding glukosa.

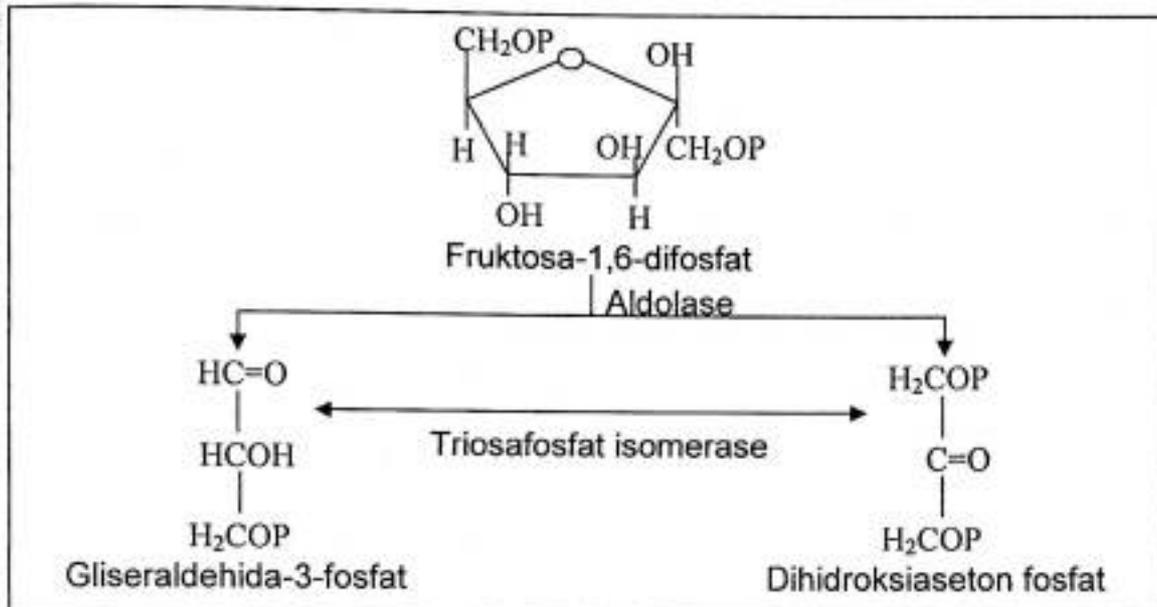
Urutan reaksinya pada gambar sebagai berikut :



Gambar.1 Aktivasi glukosa dengan fosforilasi dari ATP (8)

2. Penguraian glukosa

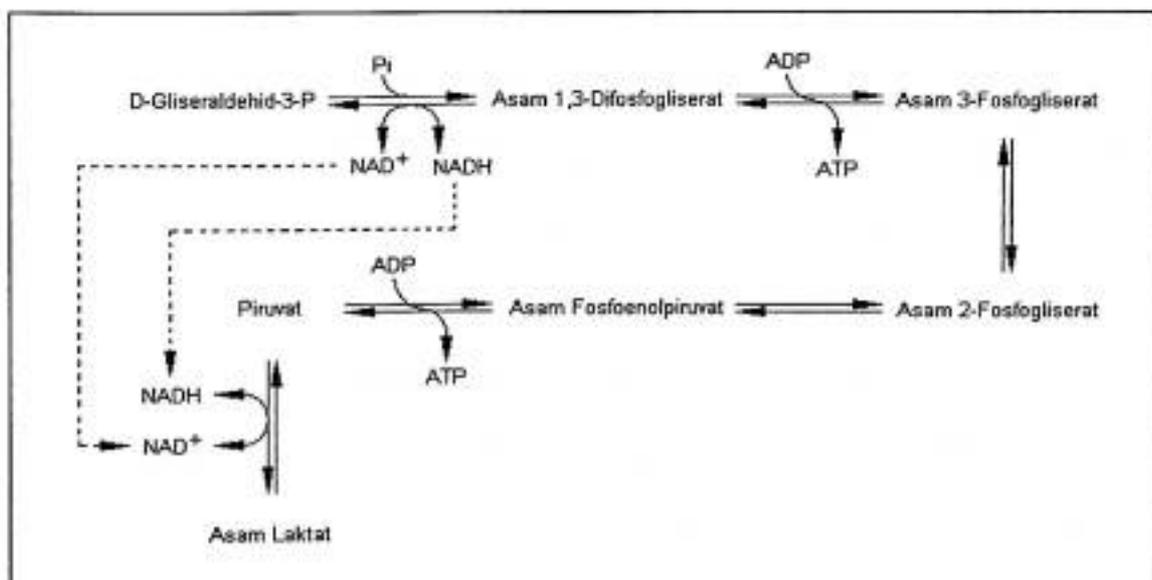
Fruktosa-1,6-difosfat selanjutnya diurai oleh enzim fruktosa bifosfat aldolase menjadi dua senyawa berkarbon 3, yaitu glyserilaldehida 3 fosfat (GAP). Ini merupakan tahap yang penting dalam jalur EMP, yaitu mengubah glukosa yang berkarbon 6 menjadi dua molekul senyawa berkarbon 3 yang menjadi cikal bakal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



Gambar 2. Pemecahan fruktosa oleh aldolase (8)

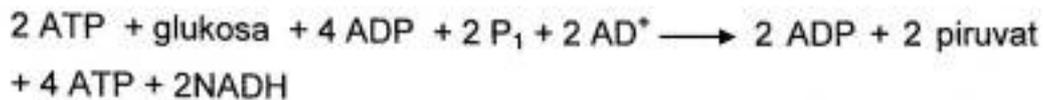
3. Ekstraksi energi

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.



Gambar 3. Reaksi pembentukan asam laktat (8)

Reaksi keseluruhan dapat diringkas sebagai berikut :



Berbagai jenis metabolit dihasilkan oleh bakteri asam laktat, baik berupa senyawa metabolit primer, seperti misalnya asam laktat, asam asetat, hydrogen 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 (8) :

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 tidak terdisosiasi dari molekul asam organik. Sebagaimana diketahui bahwa pH eksternal yang rendah mengakibatkan asidifikasi sell sitoplasma, sementara asam yang tidak terdisosiasi menjadi lipofilik dan dapat berdifusi ke dalam membran. Asam yang 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 sulfhidril dari protein sel bakteri sehingga mendenaturasi sejumlah enzim dan terjadinya peroksidase pada lipid membran sehingga meningkatkan permeabilitas membran.

H_2O_2 juga bisa bertindak sebagai prekursor bagi pembentukan radikal bebas yang bersifat bakterisidal seperti senyawa radikal superoksida (O_2)

dan hidroksil (OH) yang dapat merusak DNA. Disamping itu, reaksi pembentukan H_2O_2 akan mengikat oksigen sehingga membentuk suasana anaerob yang tidak nyaman bagi bakteri aerob.

Karbondioksida 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 dan 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 peptida menghasilkan asam amino.

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah autoklaf, batang pengaduk, blender, botol fermentasi, botol pengencer, buret, cawan Petri, corong, gelas piala, gelas ukur, inkubator, kompor, labu Erlenmeyer, *Laminar Air Flow* (LAF), lampu spiritus, lemari pendingin, ose bulat, oven, pipet mikro, spektrofotometer sinar tampak, tabung reaksi, termometer, timbangan analitik.

Bahan yang digunakan adalah air suling, alkohol 70%, aluminium foil, biakan murni bakteri asam laktat asal kolostrum ASI, jagung manis, kertas pH universal, medium Glucose Yeast Pepton Agar (GYPA) + CaCO_3 , medium Nutrien Agar (NA), medium starter, pereaksi antron 0,1 %, sukrosa, susu bubuk skim.

III.2 Prosedur Kerja

III.2.1 Sterilisasi Alat

Alat-alat yang diperlukan dicuci dengan air sampai bersih. Selanjutnya, alat-alat gelas ditutup dengan kertas perkamen dan disterilkan pada oven pada suhu 180°C selama 2 jam. Ose dan pinset disterilkan dengan cara pemijaran langsung pada nyala api. Sedangkan untuk alat-alat tidak tahan pada pemanasan tinggi disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit.

III.2.2 Pengambilan Bahan Penelitian

Bahan penelitian berupa jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) diperoleh dari pasar Terong Makassar.

III.2.3 Pembuatan Susu Jagung

Jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) dicuci dan dibersihkan dari kotoran. Direndam 8 jam, dikupas kulit arinya. Dipanaskan air bersih sampai suhunya mencapai 100° C. Jagung yang telah bersih digiling dengan blender bersama air panas dengan perbandingan jagung dan air adalah 1 : 4. Penggilingan dilakukan 3 kali. Susu jagung yang diperoleh kemudian disaring dengan kain kassa.

III.2.4 Pembuatan Medium

a. Medium Nutrien Agar (NA)

✓ Komposisi :

Ekstrak daging	3 g
Peptone	5 g
Agar	15 g
Air suling	1000 ml

✓ Cara membuat :

Bahan-bahan ditimbang sesuai kebutuhan dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer. Lalu dilarutkan dengan air suling hingga 1000 ml kemudian dipanaskan hingga larut lalu disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121° C tekanan 2 atm selama 15 menit.

b. Medium Glukosa Yeast Pepton Agar (GYPA)

✓ Komposisi :

Glukosa	1 %
Ekstrak khamir	1 %
Peptone	1 %
Mineral solution	1 ml per 200 ml medium
Agar	1,5 %
CaCO ₃	1 %
pH	6,7-7 (diatur dengan NaOH)

✓ Cara membuat :

Semua bahan ditimbang sesuai perhitungan dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer. Lalu dilarutkan dengan air suling kemudian dipanaskan hingga larut dan ditambahkan mineral solution kemudian dicek pH 6,7 – 7. Disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121⁰ C tekanan 2 atm selama 15 menit.

III.2.5 Peremajaan Bakteri

Bakteri asam laktat yang digunakan adalah bakteri asam laktat asal kolostrum ASI. Diambil 1 ose lalu diinokulasikan dengan cara digoreskan pada medium NA miring, diinkubasikan pada suhu 37⁰ C selama 24 jam dalam inkubator.

III.2.6 Pembuatan Kultur Starter

Susu jagung yang telah dibuat sebanyak 50 ml ditambahkan glukosa 5% dan susu skim 5%, kemudian dipasteurisasi pada suhu 70⁰C selama 30 menit. Bakteri asam laktat yang telah diremajakan, yaitu bakteri asam laktat

asal kolostrum ASI diinokulasikan pada 25 ml susu jagung. Kultur starter dibuat dengan menginokulasikan 1 ose biakan bakteri untuk tiap 2,5 ml susu jagung kemudian diinkubasikan pada suhu 37⁰ C selama 24 jam dalam inkubator.

III.2.7 Pembuatan Susu Jagung Fermentasi

Susu jagung yang telah dibuat sebanyak 100 ml ditambahkan glukosa 5 % dan susu skim 5 % kemudian dipasteurisasi pada suhu 70⁰C selama 30 menit Lalu ditambahkan starter dengan variasi 2.5 %, 5 %, 10 %, Dikocok hingga homogen kemudian diinkubasikan pada suhu 37⁰ C selama 24 jam.

III.2.8 Pengujian Susu Jagung Fermentasi

a. Uji organoleptis

Uji organoleptis dilakukan dengan menggunakan 10 orang panelis meliputi pengamatan terhadap penampakan warna, tekstur dan konsistensi, serta aroma dan rasa. Pengujian organoleptis ini dilakukan setelah fermentasi susu jagung dengan tiga konsentrasi kultur bakteri yaitu 2,5 %, 5 %, dan 10 %.

Penilaian diberikan dengan angka 1-5 yaitu :

1 = sangat tidak suka

2 = tidak suka

3 = cukup suka

4 = suka

5 = sangat suka

b. Uji pH

pH susu jagung fermentasi diukur dengan menggunakan kertas pH universal. Susu jagung fermentasi yang telah jadi dikocok secara merata, kemudian diukur pHnya menggunakan kertas pH universal.

c. Jumlah Bakteri (Angka Lempeng Total)

Pengujian menggunakan medium GYPA (Glukosa Yeast Pepton Agar). Fermentasi susu jagung untuk masing-masing perlakuan dipipet sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke botol pengenceran yang berisi 9 ml air suling steril kemudian dibuat pengenceran bertingkat 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} , 10^{-10} , dan 10^{-11} . Pengujian dilakukan pada pengenceran 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} , 10^{-10} , dan 10^{-11} , dengan mengambil 1 ml dan tiap pengenceran dan 10 ml medium GYPA dimasukkan ke cawan lalu dihomogenkan. Setelah memadat lalu diinkubasi dengan posisi terbalik dalam inkubator aerob selama 3x24 jam. Koloni bakteri yang terbentuk bulat, dikelilingi oleh zona bening dihitung dengan metode Standard Plate Count.

d. Total Asam Laktat (9)

Sebanyak 10 ml fermentasi susu jagung dalam labu Erlenmeyer ditambahkan indikator phenolphthalein 1 % sebanyak 1 ml dan dititrasikan dengan menggunakan NaOH 0,1 N sampai larutan berwarna merah muda/pink ($\text{pH} \pm 8$) dan dihitung berapa ml NaOH yang digunakan.

Presentase asam laktat dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ asam laktat} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{Berat miliequivalen asam laktat}}{\text{Jumlah sampel}} \times 100 \%$$

e. Penentuan Kadar Gula Reduksi secara Spektrofotometri Sinar Tampak.

1. Pembuatan larutan antron

Pereaksi antron 0,1 % dalam asam sulfat pekat, dibuat segar yaitu ditimbang teliti 100 mg antron lalu ditambahkan 100 ml H_2SO_4 p.

2. Pembuatan larutan sukrosa baku

Sukrosa ditimbang seksama 50 mg, dilarutkan dalam labu tentuukur dengan 100 ml air suling dan dicukupkan volumenya sampai batas (500 mg/l). Lalu diencerkan hingga diperoleh 10, 20, 30, dan 40.

3. Penentuan panjang gelombang maksimum

Larutan baku yang telah dibuat dipipet 1 ml untuk masing-masing konsentrasi dan ditambahkan 5 ml pereaksi Antron, dipanaskan di atas penangas air pada suhu $100^{\circ}C$ selama 12 menit dan kemudian didinginkan. Diukur serapannya pada panjang gelombang 580-610 nm.

4. Pembuatan kurva baku

Kurva baku dibuat dari larutan baku 500 bpj yang dipipet masing-masing 1, 2, 3, 4 ml ke dalam labu tentuukur 50 ml dengan air suling sehingga diperoleh larutan baku dengan konsentrasi 10, 20, 30, dan 40 mg/l. Dari tiap konsentrasi dipipet 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 5 ml pereaksi Antron dan dicampur sampai homogen. Tabung reaksi dipanaskan di atas penangas air $100^{\circ}C$ selama 12 menit kemudian didinginkan. Dilakukan pengukuran serapannya pada spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 595 nm.

III.2.9 Pengamatan dan Pengumpulan Data

Pengamatan dan penghitungan jumlah koloni bakteri dilakukan setelah inkubasi selama 1 x 24 jam.

III.2.10 Pembahasan Hasil Penelitian

Pembahasan hasil penelitian dilakukan berdasarkan hasil pengamatan dan analisis data.

III.2.11 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Penelitian

Dari hasil pengujian diperoleh data sebagai berikut :

Pengujian	Konsentrasi kultur bakteri		
	2,5 %	5 %	10%
Organoleptis	13,4	14	13,6
pH	5	5	5
Kadar total asam	0,7807 %	0,8204%	0,8946 %
Nilai ALT bakteri	$3,5 \times 10^7$ kol./ml	$1,2 \times 10^{11}$ kol./ml	$1,4 \times 10^{12}$ kol./ml
Kadar gula reduksi	1,047	0,981	0,7155

IV.2 Pembahasan

Pada penelitian ini dibuat sediaan susu fermentasi yang berasal dari susu jagung manis. Susu jagung manis dibuat dengan cara menggiling biji jagung manis dengan air, dimana perbandingan antara jagung dan air adalah 1:4. Kemudian susu yang dihasilkan disaring sehingga menghasilkan susu yang agak encer. Dalam pembuatan susu jagung fermentasi, ditambahkan 5 % glukosa dan 5 % susu skim ke dalam susu. Penambahan glukosa dalam pembuatan susu hanya sebanyak 5 % karena kadar gula dalam jagung manis dapat mencapai 5-6 % (2). Glukosa ini akan dimanfaatkan oleh

mikroorganisme dalam proses fermentasi. Sedangkan penambahan susu skim dimaksudkan untuk meningkatkan aroma, dan untuk meningkatkan nilai gizi dalam susu fermentasi (21). Setelah penambahan glukosa dan susu skim, dilakukan proses pasteurisasi yang bertujuan untuk menghancurkan semua organisme patogen yang terkandung dalam susu (12). Kemudian ditambahkan kultur starter dengan 3 variasi konsentrasi, yaitu 2,5 %, 5 %, dan 10 %.

Hasil fermentasi menunjukkan, susu jagung fermentasi yang dibuat dalam 3 variasi konsentrasi kultur starter, dapat terbentuk. Susu yang difermentasi akan mengalami penggumpalan. Namun tidak ada perbedaan tekstur yang berarti di antara 3 konsentrasi yang dibuat. Selama proses fermentasi, bakteri asam laktat melakukan proses metabolisme terhadap komponen-komponen yang terdapat dalam susu dan dapat menghasilkan berbagai macam metabolit, sehingga menyebabkan terjadinya perubahan dari susu baik penampilan, tekstur, aroma, rasa maupun komposisi kimianya (8).

1. Pengujian Organoleptis

Pengujian organoleptis yang meliputi tekstur, aroma, rasa, dan warna, dengan menggunakan 10 orang panelis. Pengujian organoleptis ini bertujuan untuk mengetahui apakah produk susu jagung fermentasi dapat diterima atau tidak oleh masyarakat sebagai minuman kesehatan. Dari pengujian ini diperoleh data untuk konsentrasi 2,5 % diperoleh hasil rata-rata 13,4, untuk konsentrasi 5 % diperoleh hasil rata-rata 14, dan untuk konsentrasi 13,6

(tabel 3). Dari data dapat dilihat bahwa yang paling disukai adalah susu jagung dengan konsentrasi 5 %.

2. Pengujian pH

Pengukuran pH terhadap susu jagung fermentasi dilakukan dengan menggunakan pH universal. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui adakah pengaruh konsentrasi kultur bakteri terhadap perubahan pH yang terjadi pada susu jagung fermentasi. Sebelum proses fermentasi, pH masing-masing produk adalah 7. Setelah diinkubasi pada suhu 37°C selama 1 x 24 jam, pH produk turun hingga pH 5, baik untuk konsentrasi 2,5 %, 5%, maupun 10 %. Penurunan pH terjadi karena terakumulasinya asam organik terutama asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat selama proses fermentasi. Asam-asam organik ini akan menyebabkan pH susu menjadi rendah. Semakin banyak sumber gula yang ditambahkan maka semakin banyak asam amino yang akan dibentuk (8).

3. Pengujian Kadar Total Asam

Pada pengujian kadar total asam menggunakan metode titrasi asam basa. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah variasi konsentrasi kultur bakteri dapat memberikan pengaruh terhadap total asam dari produk fermentasi susu jagung. Dari pengujian yang dilakukan diperoleh data yaitu untuk konsentrasi 2,5 % yaitu 0,7807 %, untuk konsentrasi 5 % yaitu 0,8204 %, dan untuk konsentrasi 10 % yaitu 0,8946 % (tabel 4). Berdasarkan data dapat dilihat total asam yang paling rendah adalah pada konsentrasi 2,5 %, kemudian diikuti oleh 5 %, dan selanjutnya 10 %. Ini berarti bahwa

semakin besar konsentrasi kultur bakteri maka akan semakin tinggi pula kadar total asam dalam sampel. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi starter yang semakin tinggi, dimana berarti di dalam produk semakin banyak jumlah bakteri asam laktat yang menguraikan glukosa dan kemudian menghasilkan asam laktat sebagai produk akhir metabolik utama fermentasi.

Menurut Sardjoko (1991), persyaratan kadar total asam untuk susu fermentasi yang baik yaitu tidak kurang dari 0,5 % (22). Jadi dapat dikatakan bahwa susu jagung fermentasi ini memenuhi syarat kadar total asam.

Dari hasil perhitungan statistik dengan metode rancangan acak lengkap menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi kultur bakteri asam laktat memberikan hasil yang signifikan pada taraf 5 %. Selanjutnya dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT). Dari hasil uji BNT ini terlihat pada perbandingan konsentrasi 2,5 % dan 5 % tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Artinya pada kedua konsentrasi ini menunjukkan peningkatan asam laktat yang hampir sama.

4. Pengujian Jumlah Bakteri Asam Laktat

Pengujian jumlah bakteri asam laktat ini menggunakan medium GYPA + CaCO₃. Dimana medium ini merupakan medium spesifik untuk menghitung jumlah bakteri asam laktat dalam susu. Dari pengenceran sampel 10⁻¹-10⁻¹¹ yang dibuat, diambil pengenceran 10⁻⁷-10⁻¹¹, lalu dimasukkan ke dalam medium dengan metode tuang. Pertumbuhan bakteri asam laktat akan terlihat setelah diinkubasi selama 1-2 x 24 jam. Koloni yang tumbuh yaitu koloni putih yang dikelilingi zona bening. Zona bening ini terbentuk karena

asam laktat yang dihasilkan bereaksi dengan kalsium karbonat yang tidak larut dalam medium dan membentuk kalsium laktat yang larut dalam air. Selanjutnya perhitungan jumlah bakteri dilakukan dengan metode standard plate count.

Dari perhitungan nilai ALT bakteri untuk masing-masing konsentrasi, diperoleh hasil rata-rata koloni bakteri untuk konsentrasi 2,5 % yaitu $3,5 \times 10^7$ koloni/ml, untuk konsentrasi 5 %, $1,2 \times 10^{11}$ koloni/ml, sedangkan untuk konsentrasi 10 % = $1,4 \times 10^{12}$ koloni/ml. Dari data yang diperoleh, dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi kultur bakteri maka jumlah bakteri asam laktat yang dapat tumbuh dalam sampel akan semakin besar pula.

Susu fermentasi yang digunakan sebagai probiotik harus mengandung bakteri asam laktat 10^8 - 10^{11} koloni/ml (Jawetz, 1980). Dari hasil perhitungan ALT maka dapat dilihat bahwa susu jagung fermentasi yang dapat digunakan sebagai probiotik adalah dengan konsentrasi kultur 5 %.

5. Pengujian Kadar Gula Reduksi

Penentuan gula reduksi ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas bakteri dengan menghitung kadar gula reduksi setelah proses fermentasi, dimana sukrosa yang ditambahkan akan digunakan untuk membentuk asam laktat, yang terlebih dahulu harus dipecah menjadi glukosa dan fruktosa. Untuk penentuan kadar gula reduksi digunakan uji Antron. Pada uji antron ini asam sulfat akan menghidrolisa karbohidrat menjadi monosakarida dan selanjutnya monosakarida mengalami dehidrasi oleh asam sulfat menjadi furural atau hidroksi metal furfural. Selanjutnya senyawaan furfural ini

dengan Antron (9, 10-dihidro-9-oxoanthracene) membentuk senyawaan kompleks yang berwarna biru kehijauan (17).

Hasil yang diperoleh yaitu untuk konsentrasi 2,5 % diperoleh kadar rata-ratanya adalah 2,094 %, untuk 5 % adalah 1,962 %, dan untuk 10 % adalah 1,431 %. Dari hasil yang diperoleh terlihat bahwa semakin besar konsentrasi kultur bakteri maka kadar gula reduksi dalam sampel akan semakin kecil. Hal ini berhubungan dengan jumlah bakteri asam laktat dan nilai total asam laktat dalam sampel yang semakin meningkat. Dimana semakin besar konsentrasi starter yang ditambahkan dalam sampel, maka pertumbuhan bakteri asam laktat dalam susu jagung fermentasi akan semakin banyak, sehingga aktivitas bakteri yang mengubah sukrosa menjadi asam laktat semakin meningkat dan kadar gula reduksinya semakin kecil.

Selanjutnya dilakukan juga perhitungan statistika terhadap kadar gula reduksi. Dari perhitungan statistik diperoleh hasil yang signifikan pada taraf 5 % maupun 1 %. Dan pada uji BNT, pada taraf 5 % dan 1 % menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap perbandingan konsentrasi 2,5 % dan 5 %. Ini berarti kadar gula reduksi yang dihasilkan antara konsentrasi 2,5 % dan 5 % hampir sama.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

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

1. Bakteri asam laktat asal kolostrum ASI dapat memfermentasi susu jagung manis (*Zea mays Saccharata Sturt*)
2. Konsentrasi kultur bakteri yang paling baik untuk pembuatan susu jagung fermentasi adalah konsentrasi 5 %

V.2 Saran

1. Disarankan dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai fermentasi susu jagung misalnya dengan melihat pengaruh lama fermentasi terhadap fermentasi susu jagung
2. Disarankan dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan gizi dan senyawa-senyawa antibakteri yang terdapat dalam susu jagung fermentasi

DAFTAR PUSTAKA

1. Wikipedia Indonesia. 2006. *Jagung*, "<http://id.wikipedia.org/wiki/Jagung>", diakses 25 Agustus 2007
2. Palungkun, R., dan Budiarti, A., 1991, *Sweet Corn-Baby Corn*, PT. Penebar Swadaya, Depok. 1-8
3. Ahsan, Tanpa Tahun. *Susu Jagung sebagai Minuman Susu Alternatif*, <http://www.ppsdms.org/index.php>, diakses 25 Agustus 2007
4. Supriyanto, S.P., 2006, *Susu Baru - Jagung Manis*, <http://www.suaramerdeka.com/harian>., diakses 25 Agustus 2007
5. 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.
6. 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
7. Salminen, S., 1988, *Lactid Acid Bacteria, Microbiology and Functional Aspects*, Second Edition, University of Turuku, Turku, Finland. 103
8. Surono, S.I., 2004, *Probiotik : Susu Fermentasi dan Kesehatan*, YAPMMI. Tri Cipta Karya, Jakarta. 24-43
9. Dwyana, Z., 2000, *Teknik Dasar Bioindustri, Kursus Singkat Teknik Dasar Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Industri bagi Staf PTN-INTIM*, Makassar
10. Kanis, 1993, *Teknik Bercocok Tanam Jagung*, Kanisius, Yogyakarta 11-12, 20-27
11. Fardiaz, S., 1987, *Fisiologi Fermentasi*, Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor-Lembaga Sumberdaya Informasi IPB, Bogor, 1, 46
12. Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H., & Wootton, M. Tanpa tahun. *Ilmu Pangan*, Terjemahan Hari Purnomo dan Adiono, 1987. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 92-94

13. Smith, E. J. 1995. *Bioteknologi*. Edisi II. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta. 26-32
14. Djide, M.N. dan Sartini. 2005. *Dasar-dasar Bioteknologi Farmasi*. Laboratorium Mikrobiologi Farmasi. UNHAS. Makassar. 304-305
15. Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pengolahan Pangan Lanjut*. Pusat Antar universitas Pangan dan Gizi IPB. Bogor. 141
16. Prangdimurti, E. 2001, *probiotik dan efek Pelindungannya terhadap Kanker Kolon*. PPs/S3 Institut Pertanian Bogor. [www.tumoutou.net/3 sem1_012/endang_prangdimurti.htm](http://www.tumoutou.net/3_sem1_012/endang_prangdimurti.htm). Diakses 28 November 2007
17. Sudarmadji. S., Haryono, B., Suhardi., 1996. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty. Yogyakarta. 78
18. Pelczar. M.J., Chan. E.C.S., 1988. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Terjemahan Hadioetomo. R.S., dkk. 1988. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta
19. Budiayanto. A.K. 2004. *Mikrobiologi Terapan*. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang. 5-6
20. Djide. N., Sartini. & Kadir. S., 2005. *Analisis Mikrobiologi Farmasi*. Laboratorium Mikrobiologi FMIPA. Unhas. Makassar. 110
21. Astawan, M. 1991. *Teknologi Pengolahan Pangan Nabati Tepat Guna*. Penerbit Akademika Pressindo. Jakarta. 113
22. Sardjoko. 1991. *Bioteknologi; Latar Belakang dan Beberapa Penerapannya*. Penerbit Gramedia. Jakarta. 103
23. Miller, G.L. 1959. *Use of Dimitrosalicylic Acid Reagent for Determination Reducting Sugar*. Analysis Chemistry. 426-428

Tabel 3. Hasil Uji Organoleptis dengan Menggunakan Panelis

Panelis	Konsentrasi 2.5 %				Konsentrasi 5 %				Konsentrasi 10 %			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
X1	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3
X2	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3
X3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3
X4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3
X5	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3
X6	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3
X7	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3
X8	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3
X9	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3
X10	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3
Jumlah	134				140				136			
Rata-rata	13,4				14				13,6			

Keterangan :

A : Bau

B : Warna

C : Tekstur

D : Rasa

1 : Sangat tidak suka

2 : Tidak suka

3 : Cukup

4 : Suka

5 : Sangat suka

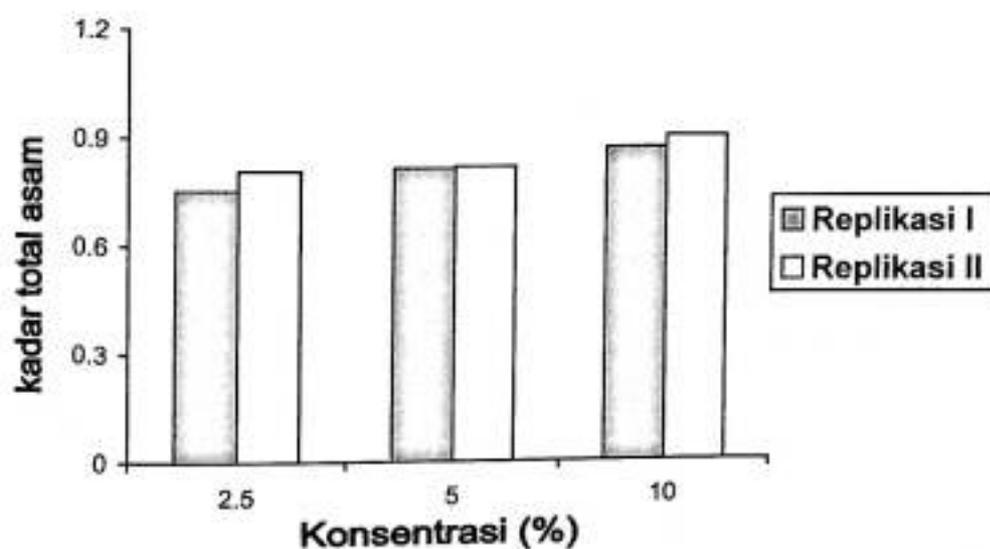
Tabel 4. Hasil Perhitungan Kadar Total Asam dengan Menggunakan Metode Titrasi Asam Basa dengan Larutan Natrium Hidroksida 0.08733 N

Konsentrasi (%)	Jumlah Sampel (ml)	Volume Titran (ml)	% Kadar	Rata-rata (%)
2.5	10	9,6	0,7537	0,7807
	10	10,3	0,8077	
5	10	10,4	0,8175	0,8204
	10	10,5	0,8233	
10	10	11,2	0,8774	0,8946
	10	11,6	0,9118	

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

$$\% \text{ Total asam} = \frac{9,6 \times 0,08733 \text{ N} \times 0,09}{10 \text{ ml}} \times 100 \%$$

$$= 0,7537 \%$$



Gambar 3. Diagram kenaikan kadar total asam dalam sampel

Tabel 5. Hasil Perhitungan Bakteri Asam Laktat dengan Metode SPC

Kelompok	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
A	5	3	4	2	1
	2	1	3	2	2
B	512	371	132	56	143
	603	418	123	61	121
C	873	452	368	152	83
	1022	496	472	140	73

Keterangan :

A : konsentrasi 2,5 %

B : konsentrasi 5 %

C : konsentrasi 10 %

Perhitungan ALT bakteri, syarat koloni 30 – 300 koloni

Misalnya, kelompok A replikasi pertama, jumlah koloni :

10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
5	3	4	2	1

Dari data di atas tidak ada yang masuk range, maka yang diambil adalah pengenceran terendah.

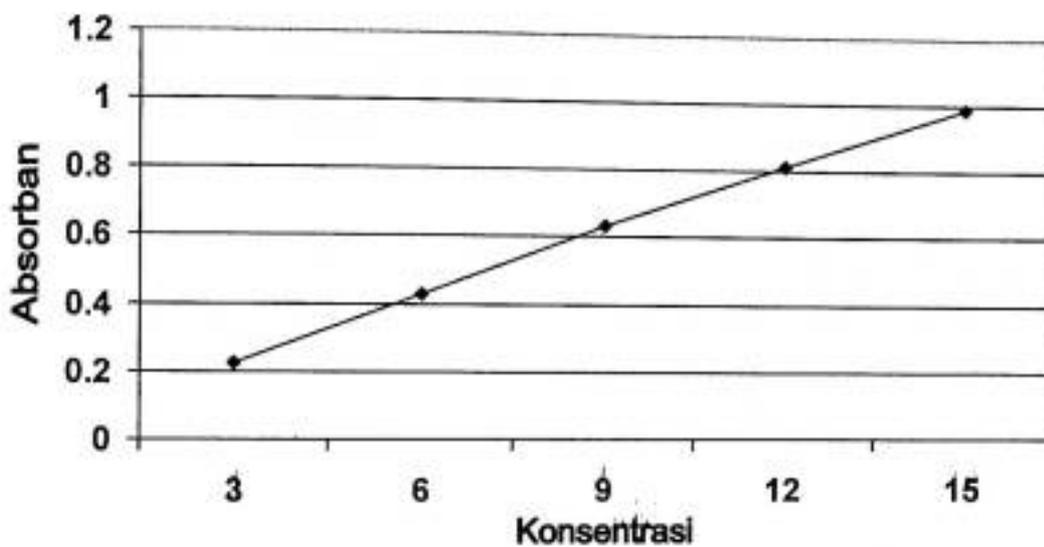
Maka hasil pelaporannya = $5 \times 1/10^{-7} = 5 \times 10^7$ koloni/ml

Tabel 6. Nilai ALT Masing-masing Susu Jagung Fermentasi

Nilai ALT	A	B	C
I	5×10^7	$1,32 \times 10^{11}$	$1,52 \times 10^{12}$
II	2×10^7	$1,23 \times 10^{11}$	$1,4 \times 10^{12}$
Rata-rata	$3,5 \times 10^7$	$1,2 \times 10^{11}$	$1,46 \times 10^{12}$

Tabel 7. Hasil Pengukuran Glukosa Baku dengan Spektrofotometri Sinar Tampak

No.	Konsentrasi	Absorban
1.	3,000	0,223
2.	6,000	0,430
3.	9,000	0,635
4.	12,000	0,815
5.	15,000	0,987



Gambar 4. Grafik serapan glukosa standar pada λ_{\max} 630 nm

Persamaan garis regresi : $y = a + bx$

Dimana : y = serapan

x = konsentrasi (mg/l)

a = suatu konstanta

b = slope

Pengujian korelasi menggunakan persamaan koefisien korelasi sebagai berikut :

$$r = \frac{n \cdot xy - x \cdot y}{\{(n \cdot x^2) - (x)^2(n \cdot y)^2 - (y)^2\}^{1/2}}$$

Berdasarkan rumus diperoleh nilai :

$$a = 0,0441$$

$$b = 0,0638$$

maka persamaan garis regresi menjadi :

$$y = 0,0441 + 0,0638x$$

Tabel 8. Hasil Pengukuran Gula Reduksi dalam Susu Jagung Fermentasi dengan Spektrofotometri Sinar Tampak

Replikasi	Serapan		
	A	B	C
I	0,710	0,673	0,500
II	0,714	0,667	0,501

Tabel 9. Hasil Perhitungan Kadar Gula Reduksi dalam Susu jagung Fermentasi

Replikasi	A	B	C
I	2,088 %	1,972 %	1,43 %
II	2,1 %	1,952 %	1,432 %
Rata-rata	2,094 %	1,962 %	1,431 %

Keterangan : A = Konsentrasi 2,5 %

B = Konsentrasi 5 %

C = Konsentrasi 10 %

$$\text{Perhitungan \% kadar gula reduksi} = \frac{C_x \times fp}{C_s} \times 100 \%$$

Dimana : C_x = Konsentrasi sampel (mg/l)

C_s = Konsentrasi glukosa dalam sampel (mg/l)

fp = faktor pengenceran

Misalnya kadar gula reduksi untuk susu jagung fermentasi dengan konsentrasi 2,5 % :

Nilai serapan = 0,500

Persamaan garis regresi :

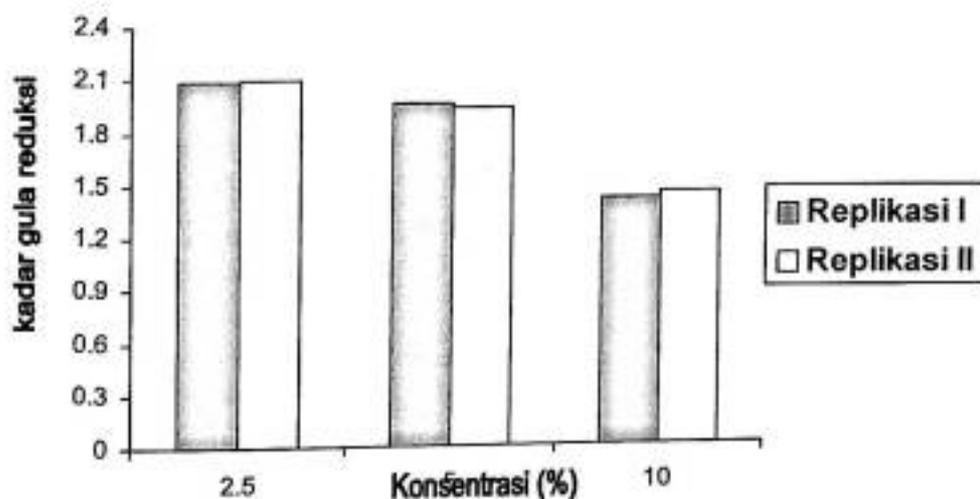
$$y = 0,0441 + 0,0638x$$

$$0,500 = 0,0441 + 0,0638x$$

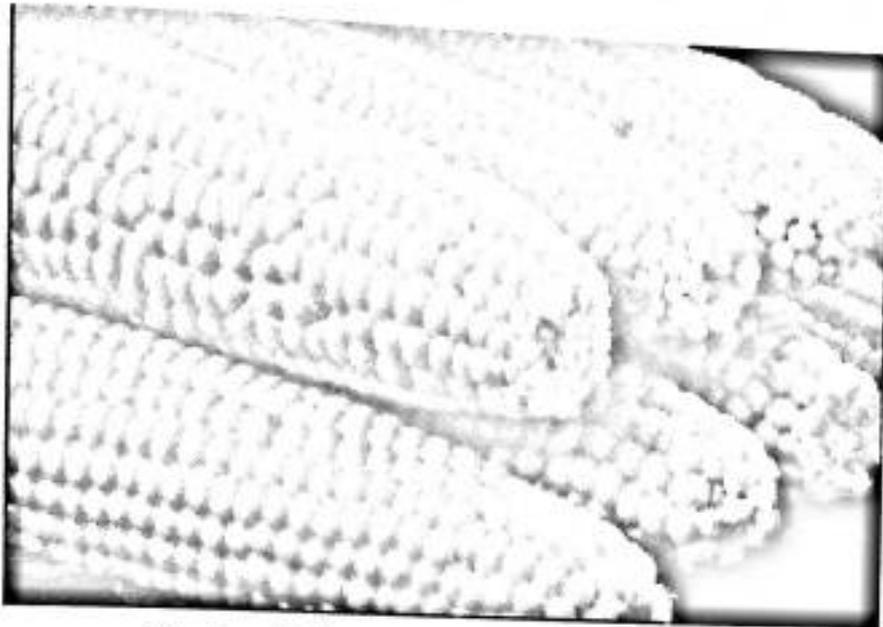
$$x = \frac{0,500 - 0,0441}{0,0638} = 7,15 \text{ mg/l}$$

$$C_s = 5 \text{ g/ml}$$

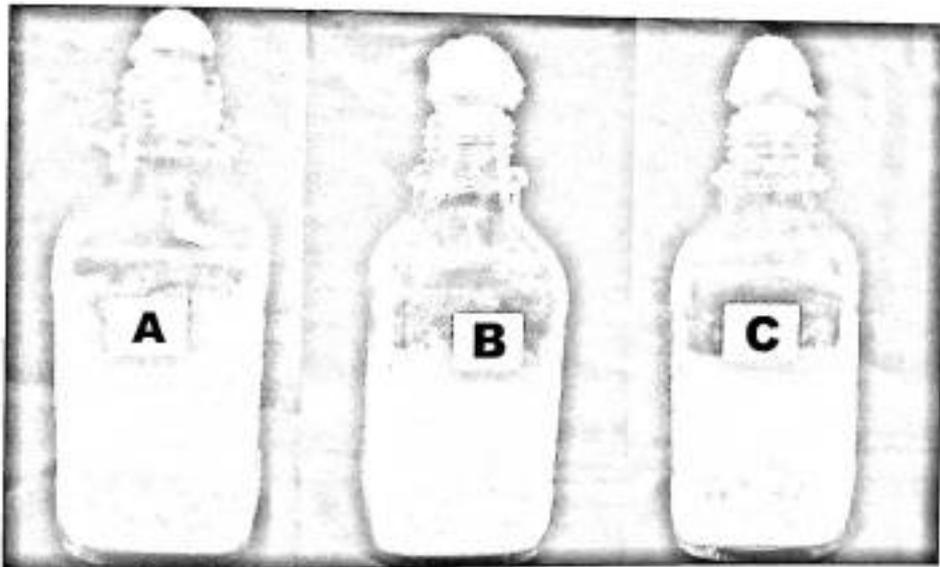
$$\% \text{ kadar gula reduksi} = \frac{7,15 \times 0,01}{5} \times 100 \% = 1,43 \%$$



Gambar 6. Diagram penurunan kadar gula reduksi dalam sampel



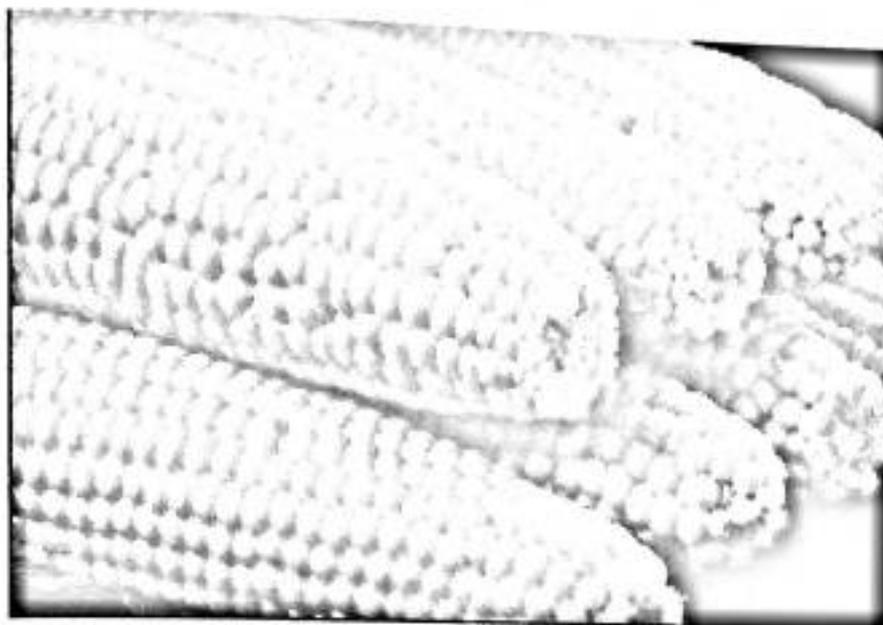
Gambar 7. Jagung manis (*Sweet corn*)



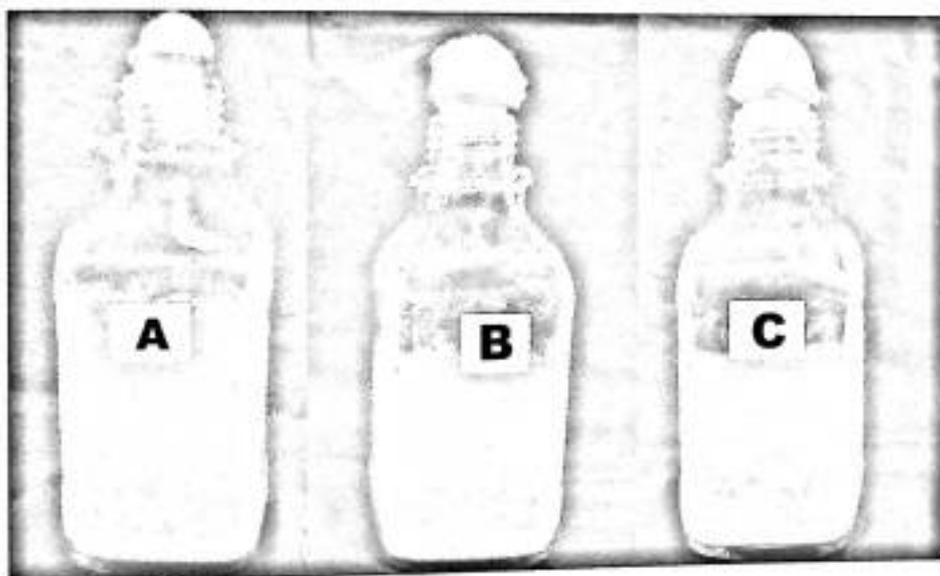
Gambar 8. Susu jagung hasil fermentasi bakteri asam laktat asal kolostrum ASI

Keterangan :

- A. Konsentrasi 2,5 %
- B. Konsentrasi 5 %
- C. Konsentrasi 10 %



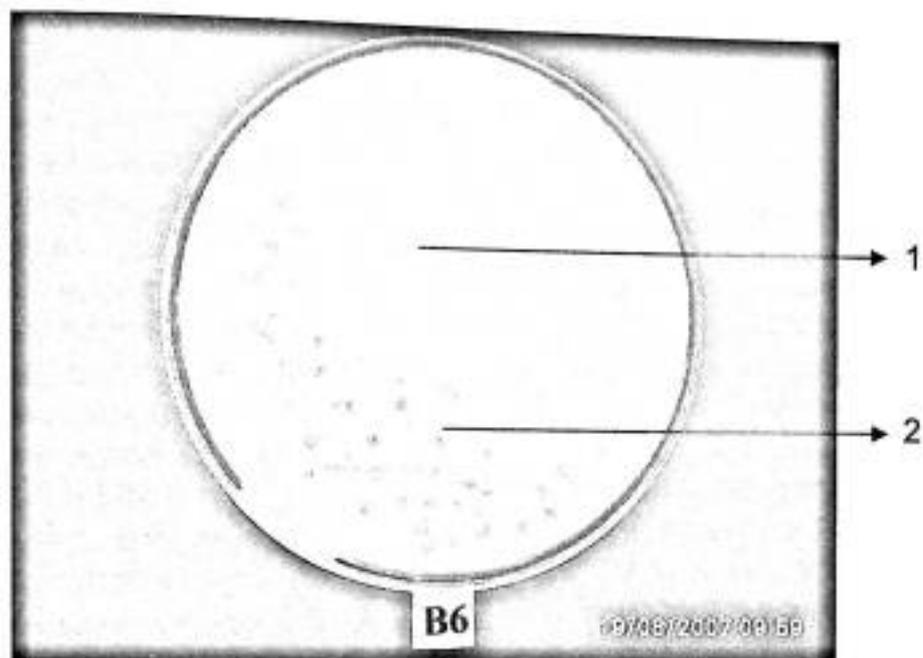
Gambar 7. Jagung manis (*Sweet corn*)



Gambar 8. Susu jagung hasil fermentasi bakteri asam laktat asal kolostrum ASI

Keterangan :

- A. Konsentrasi 2,5 %
- B. Konsentrasi 5 %
- C. Konsentrasi 10 %

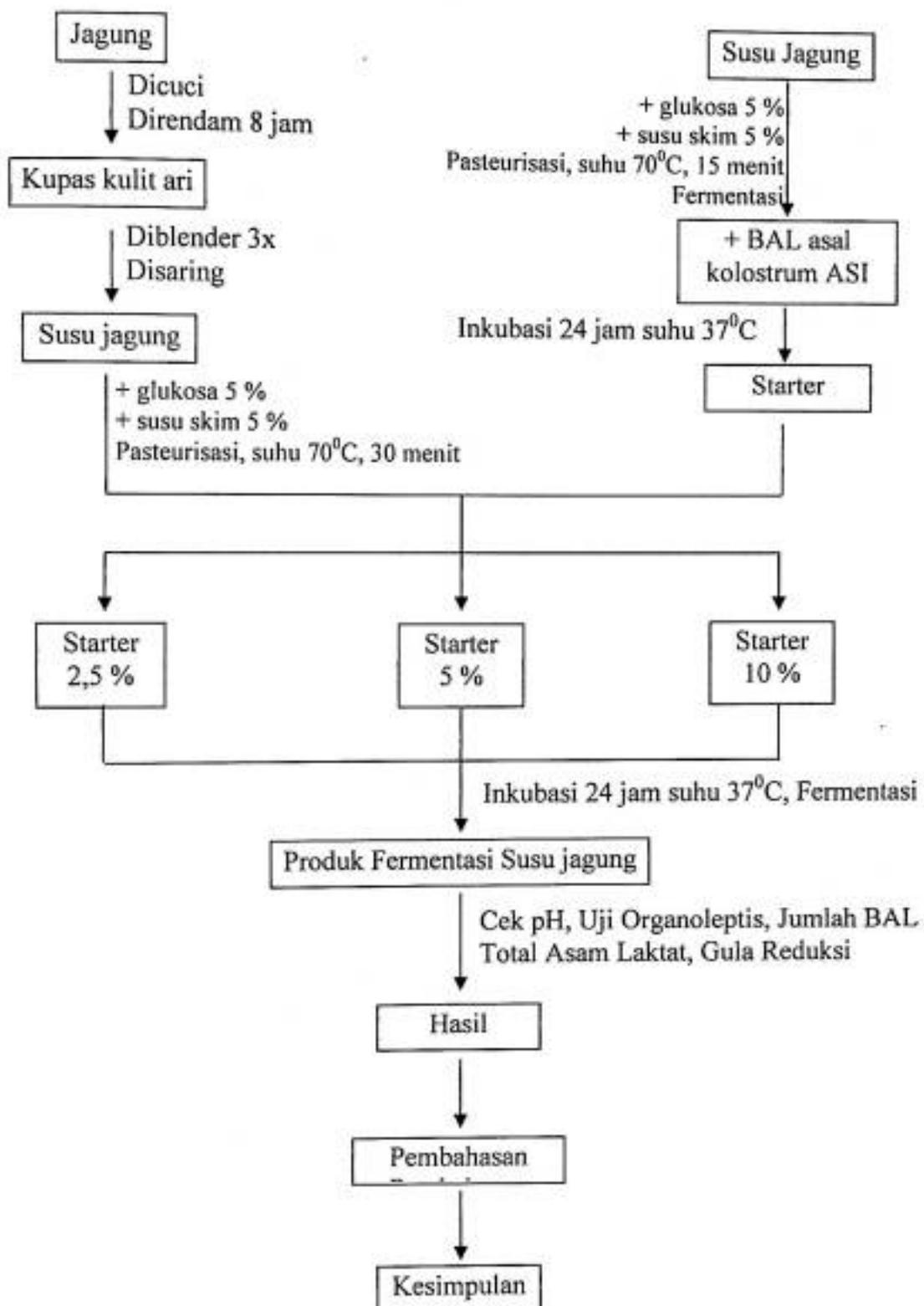


Gambar 9. Koloni Bakteri Asam Laktat dalam susu jagung fermentasi dengan menggunakan medium GYPA + CaCO_3

Keterangan :

1. Medium GYPA + CaCO_3
2. Koloni Bakteri Asam Laktat

Lampiran 1. Skema Kerja



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

Perlakuan	Replikasi		Jumlah	Rata-rata
	I	II		
A	0,7537	0,8077	1,5614	0,7807
B	0,8175	0,8233	1,6408	0,8204
C	0,8774	0,9118	1,7892	0,8946
Jumlah	2,4486	2,5428	4,9914	2,4957

Keterangan :

A : Konsentrasi 2,5 %

B : Konsentarsi 5 %

C : Konsentrasi 10 %

$$\text{Faktor koreksi (Fk)} = \frac{(4,9914)^2}{6} = \frac{24,914}{6} = 4,1523$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= \left\{ (0,7537^2) + (0,8077^2) + (0,8175^2) + (0,8233^2) + \right. \\ &\quad \left. (0,8774^2) + (0,9118^2) \right\} - 4,1523 \\ &= \left\{ 0,5681 + 0,6524 + 0,6683 + 0,6778 + 0,7698 + 0,8313 \right\} - \\ &\quad 4,1523 \\ &= 4,1678 - 4,1523 \\ &= 0,0155 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \left\{ \frac{(1,5614^2) + (1,6408^2) + (1,7892^2)}{2} \right\} - 4,1523 \\ &= \left\{ \frac{2,4379 + 2,6922 + 3,2012}{2} \right\} - 4,1523 \\ &= \left\{ \frac{8,3313}{2} \right\} - 4,1523 = 4,1657 - 4,1523 = 0,0134 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 0,0154 - 0,0134 \\
 &= 0,002
 \end{aligned}$$

Derajat Bebas (DB)

$$\begin{aligned}
 \checkmark \text{ DB Perlakuan} &= 3-1 = 2 \\
 \checkmark \text{ DB Total} &= 6-1 = 5 \\
 \checkmark \text{ DB Galat} &= \text{DB Total} - \text{DB Perlakuan} \\
 &= 5 - 2 = 3
 \end{aligned}$$

Kuadrat Tengah (KT) = JK / DB

$$\begin{aligned}
 \checkmark \text{ KT Perlakuan} &= 0,0134 / 2 = 0,0067 \\
 \checkmark \text{ KT Galat} &= 0,002 / 3 = 0,00066
 \end{aligned}$$

$$\text{F Hitung} = \frac{0,0067}{0,00066} = 10,15$$

Tabel Anova

Sumber keragaman	DB	JK	KT	Fh	Ft	
					5 %	1 %
Perlakuan	2	0,0134	0,0067	10,15*	9,55	30,81
Galat	3	0,002	0,00066			
Total	5	0,0155	-	-		

$F_h > F_t$ maka diantara perlakuan berbeda nyata (signifikan)

Analisis lanjutan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\text{Rumus umum nilai BNT} = t_{\alpha/2, N-a} \sqrt{\frac{2KT \text{ Galat}}{n}}$$

Dimana : α = Taraf signifikan 5 %
 N-a = Derajat Bebas galat
 KT Galat = Kuadrat tengah galat
 n = Banyaknya perlakuan

Diketahui : $t_{0,05}$ = 3,182

$t_{0,01}$ = 5,841

$$\text{BNT 5 \%} = 3,182 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,00066}{3}}$$

$$= 3,182 \times 0,0209$$

$$= 0,0665$$

$$\text{BNT 1 \%} = 5,841 \times 0,0209$$

$$= 0,122$$

Perbandingan Antarperlakuan

Perlakuan	Selisih	Taraf 5 %	Taraf 1 %
B – A	0,0397	NS	NS
C – A	0,1139	S	NS
C – B	0,0742	S	NS

Keterangan : A = Konsentrasi 2,5 %

B = Konsentrasi 5 %

C = Konsentrasi 10 %

S = Signifikan

NS = Non signifikan

Lampiran 3. Hasil Perhitungan Total Gula Reduksi Berdasarkan Analisis Statistik dengan Metode RAL

Perlakuan	Replikasi		Jumlah	Rata-rata
	I	II		
A	2,088	2,1	4,188	2,094
B	1,972	1,962	3,934	1,962
C	1,43	1,432	2,862	1,431
Jumlah	5,49	5,494	10,984	5,487

Keterangan :

A : Konsentrasi 2,5 %

B : Konsentarsi 5 %

C : Konsentrasi 10 %

$$\text{Faktor koreksi (Fk)} = \frac{(10,984)^2}{6} = \frac{120,65}{6} = 20,108$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= \left\{ (1,43^2) + (1,972^2) + (2,088^2) + (1,432^2) + (1,962^2) + (2,1^2) \right\} - 20,108 \\ &= \left\{ 2,0449 + 3,8888 + 4,3597 + 2,0506 + 3,8494 + 4,41 \right\} - 20,108 \\ &= 20,6034 - 20,108 \\ &= 0,4954 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \left\{ \frac{(2,862^2) + (3,934^2) + (4,188^2)}{2} \right\} - 20,108 \\ &= \left\{ \frac{8,1910 + 15,4763 + 17,5393}{2} \right\} - 20,108 \end{aligned}$$

$$= \left\{ \frac{41,2066}{2} \right\} - 20,108$$

$$= 20,6033 - 20,108 = 0,4953$$

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

$$= 0,4954 - 0,4953$$

$$= 0,0001$$

Derajat Bebas (DB)

$$\checkmark \text{ DB Perlakuan} = 3-1 = 2$$

$$\checkmark \text{ DB Total} = 6-1 = 5$$

$$\checkmark \text{ DB Galat} = \text{DB Total} - \text{DB Perlakuan}$$

$$= 5 - 2 = 3$$

Kuadrat Tengah (KT) = JK / DB

$$\checkmark \text{ KT Perlakuan} = 0,4953 / 2 = 0,24765$$

$$\checkmark \text{ KT Galat} = 0,0001 / 3 = 0,000033$$

$$\text{F Hitung} = \frac{0,24765}{0,000033} = 7504,54$$

Tabel Anova

Sumber keragaman	JK	DB	KT	Fh	Ft	
					5 %	1 %
Perlakuan	0,4953	2	0,24765	7504,54**	9,55	30,81
Galat	0,0001	3	0,000033			
Total	0,4954	5	-	-		

Fh > Ft maka di antara perlakuan berbeda sangat nyata (signifikan)

Analisis lanjutan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\text{Rumus umum nilai BNT} = t_{\alpha/2, N-a} \sqrt{\frac{2KT \text{ Galat}}{n}}$$

Dimana : α = Taraf signifikan 5 %
 $N-a$ = Derajat Bebas galat
 $KT \text{ Galat}$ = Kuadrat tengah galat
 n = Banyaknya perlakuan

Diketahui : $t_{0,05}$ = 3,182
 $t_{0,01}$ = 5,841

$$\begin{aligned} \text{BNT 5 \%} &= 3,182 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,0033}{3}} \\ &= 3,182 \times 0,0469 \\ &= 0,149 \\ \text{BNT 1 \%} &= 5,841 \times 0,0469 \\ &= 0,274 \end{aligned}$$

Perbandingan Antaperlakuan

Konsentrasi	Selisih	Taraf 5 %	Taraf 1 %
B - A	0,132	NS	NS
C - A	0,663	S	S
C - B	0,531	S	S

Keterangan : A = Konsentrasi 2,5 %

B = Konsentrasi 5 %

C = Konsentrasi 10 %

S = Signifikan

NS = Non signifikan

Analisis lanjutan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\text{Rumus umum nilai BNT} = t_{\alpha/2, N-a} \sqrt{\frac{2KT \text{ Galat}}{n}}$$

Dimana : α = Taraf signifikan 5 %
 $N-a$ = Derajat Bebas galat
 $KT \text{ Galat}$ = Kuadrat tengah galat
 n = Banyaknya perlakuan

Diketahui : $t_{0,05}$ = 3,182
 $t_{0,01}$ = 5,841

$$\text{BNT 5 \%} = 3,182 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,0033}{3}}$$

$$= 3,182 \times 0,0469$$

$$= 0,149$$

$$\text{BNT 1 \%} = 5,841 \times 0,0469$$

$$= 0,274$$

Perbandingan Antaperlakuan

Kosentrasi	Selisih	Taraf 5 %	Taraf 1 %
B - A	0,132	NS	NS
C - A	0,663	S	S
C - B	0,531	S	S

Keterangan : A = Konsentrasi 2,5 %

B = Konsentrasi 5 %

C = Konsentrasi 10 %

S = Signifikan

NS = Non signifikan