



**PENGARUH PENAMBAHAN GALAKTOSA
PADA MEDIUM SUSU SKIM REKONSTITUSI
TERHADAP AKTIVITAS Bakteri *Lactobacillus bulgaricus***

Oleh :

HARDIANA
1 111 99 033



PERPUSTAKAAN	
Tgl. Terima	28-5-05
Asal Dari	Fale. Patas valem
Banyaknya	1 (satu) ds
Harga	-
No. Inventaris	185/28-5-05
No. Klas	

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2005**

**PENGARUH PENAMBAHAN GALAKTOSA PADA MEDIUM
SUSU SKIM REKONSTITUSI TERHADAP AKTIVITAS
BAKTERI *Lactobacillus bulgaricus***

HARDIANA
I 111 99 033

**Hasil Penelitian ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada Fakultas Peternakan
Universitas Hasanuddin, Makassar**

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2005**

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Galaktosa pada Medium Susu Skim Rekonstitusi Terhadap Aktivasi Bakteri *Lactobacillus bulgaricus*

Nama Mahasiswa : Hardiana

No. Pokok : L 111 99 033

Program Studi : Teknologi Hasil Ternak

Skripsi telah diperiksa
dan disetujui



Drh. Ratmawati Malaka, M.Sc.
Pembimbing Utama

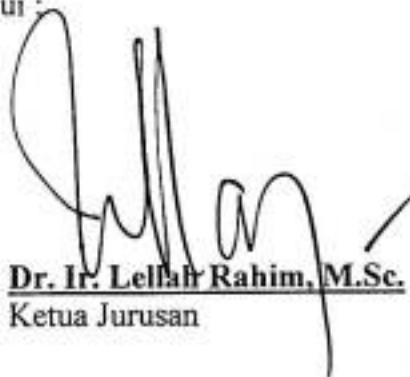


Dr. Ir. Wempie Pakinding, M.Sc.
Pembimbing Anggota



Prof. Dr. Ir. H. Basit Wello, M.Sc.
Dekan Fakultas Peternakan

Mengetahui :



Dr. Ir. Lellah Rahim, M.Sc.
Ketua Jurusan

Tanggal Lulus : Maret 2005

RINGKASAN

Hardiana (L 111 99 033). Pengaruh Penambahan Galaktosa pada Medium Susu Skim Rekonstitusi Terhadap Aktivasi Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* di bawah bimbingan Ratmawati Malaka dan Wempie Pakiding.

Susu adalah salah satu produk komoditi peternakan yang merupakan sumber kebutuhan hewani yang paling banyak permintaannya. Susu adalah bahan makanan yang memiliki nilai gizi tinggi karena mengandung protein, karbohidrat, lemak, berbagai macam vitamin dan mineral yang sangat dibutuhkan oleh manusia dan hewan. Susu juga cepat rusak, karena itu perlu diolah lebih lanjut agar kandungan gizinya dapat bertahan lebih lama. Dari itu kiranya penelitian ini dilakukan agar dapat meningkatkan daya guna susu.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan galaktosa terhadap aktivitas *Lactobacillus bulgaricus* pada medium.

Penelitian ini berlangsung pada bulan Juli sampai Agustus 2004, di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Pusat Kegiatan Penelitian, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin Makassar.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan lima perlakuan dan lima ulangan. Penambahan galaktosa yang terdiri dari $A_1 = 0\%$ (kontrol), $A_2 = 0,5\%$, $A_3 = 1,0\%$, $A_4 = 1,5\%$, dan $A_5 = 2,0\%$. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah penurunan pH, persentase asam laktat dan jumlah bakteri. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan galaktosa tidak berpengaruh terhadap aktivasi bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, sebaliknya menghambat aktivasi bakteri *Lactobacillus bulgaricus*.



KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirraahim

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya jualah sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul Pengaruh Penambahan Galaktosa Pada Medium Susu Skim Rekonstitusi Terhadap Aktivitas *Lactobacillus bulgaricus*.

Penulisan hasil penelitian ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi di Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan.

Pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat:

1. Ibu Drh. Ratmawati Malaka, M.Sc sebagai pembimbing utama dan Bapak Dr. Ir. Wempie Pakiding, M.Sc sebagai pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, petunjuk dan nasihat yang sangat berarti sejak persiapan penelitian hingga hasil penelitian.
2. Ayahanda Dorang dan Ibunda Baraha serta kakak dan adik saya tercinta atas limpahan kasih sayang, pengorbanan dan dorongannya selama penulis menempuh pendidikan.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Basit Wello, M.Sc selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Bapak Dr. Ir. Lellah Rahim, M.Sc selaku Ketua Jurusan Produksi Ternak beserta seluruh staf dosen dan pegawai yang telah banyak memberikan bantuan dan



dorongan dalam menyelesaikan studi pada Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.

4. Andi Gusnawati atas segala dukungan, bantuan dan motivasi yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan.
5. Sahabat-sahabat saya Citra, Is Suryanti, Suhara, Jumra, Saharia dan Ayu atas bantuan dan dorongan yang diberikan.
6. Rekan-rekan SKUAD'99 yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala motivasi dan kebersamaannya selama penulis di bangku kuliah.

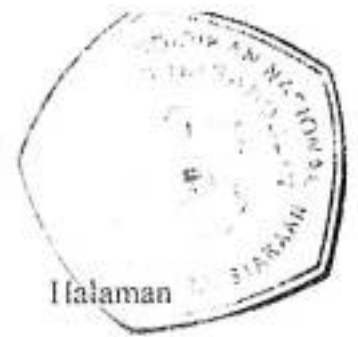
Akhirnya dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan tulisan ini dengan harapan dapat bermanfaat bagi pengembangan peternakan khususnya dan berguna bagi kita semua. Amin

Makassar, 2005

Hardiana

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
TINJAUAN PUSTAKA	
Karateristik <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	3
Galaktosa	4
Aktivitas <i>Lactobacillus bulgaricus</i> dengan Penambahan Galaktosa	6
METODE PENELITIAN	
Waktu dan Tempat	9
Materi Penelitian	9
Rancangan Percobaan	9
Analisa Data	12
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Nilai pH	15
Persentase Asam Laktat	17
Total <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	18
Hubungan Persentase Asam laktat dan pH	20



Halaman

Hubungan Antara Total <i>Lactobacillus bulgaricus</i> dan Persentase Asam Laktat	21
Hubungan Antara Total <i>Lactobacillus bulgaricus</i> dan Nilai pH	22
KESIMPULAN	
Kesimpulan	23
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	<u>T e k s</u>	Halaman
1.	Nilai pH pada Berbagai Perlakuan Penambahan Galaktosa	26
2.	Tabel Anova untuk Nilai pH pada Berbagai Perlakuan Penambahan Galaktosa	26

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Hal
1	Rumus Bangun Galaktosa, Galaktosa, Laktosa	4
2	Bagan Jalur Glikolisis	6
3	Homofermentasi Asam Laktat	7
4	Jalur Embden-Meyerhof	8
5	Prosedur Penelitian	11
6	Rata- Rata Nilai Ph pada Level Penambahan Galaktosa yang Berbeda. Huruf yang Berbeda Mengindikasikan Perbedaan Signifikan pada Level 5% ($P < 0,05$)	15
7	Rata-Rata Persentase Asam Laktat pada Level Penambahan Galaktosa. Huruf yang Berbeda Mengindikasikan Perbedaan Signifikan Pada Level 5% ($P < 0,05$)	17
8	Pengaruh Penambahan Galaktosa Terhadap Total <i>Lactobacillus Bulgaricus</i>	19
9	Hubungan Antara Persentase Asam Laktat dan Ph	20
10	Hubungan Antara Persentase Asam Laktat dan Total <i>Lactobacillus Bulgaricus</i>	21
11	Hubungan Antara Nilai Ph dan Total <i>Lactobacillus Bulgaricus</i>	22

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	<u>T e k s</u>	Halaman
1.	Perhitungan Analisis Ragam Nilai pH pada Berbagai Perlakuan Penambahan Galaktosa	26
2.	Perhitungan Analisis Ragam Persentase Asam Laktat pada Berbagai Perlakuan Penambahan Laktosa	29
3.	Rata-Rata Total Mikroba dengan Berbagai Perlakuan Penambahan Galaktosa	31
4.	Analisis Regresi Hubungan Persentase Antara Asam Laktat dan Nilai pH dalam Susu Skim Rekonstitusi	33
5.	Analisis Regresi Hubungan Antara Total Mikroba dan Persentase Asam Laktat dalam Susu Skim Rekonstitusi	34
6.	Analisis Regresi Hubungan Antara Total Mikroba dan Nilai pH dalam Susu Skim Rekonstitusi	35

PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini, masyarakat Indonesia semakin mengerti tentang pentingnya makanan bergizi dan berkualitas tinggi misalnya susu. Susu adalah salah satu produk komoditi peternakan, yang merupakan sumber kebutuhan hewani yang paling banyak permintaannya. Susu adalah bahan makanan yang memiliki nilai gizi tinggi karena mengandung protein, karbohidrat, lemak, berbagai macam vitamin dan mineral yang sangat dibutuhkan oleh manusia dan hewan. Susu juga cepat rusak, karena itu perlu diolah lebih lanjut agar kandungan gizinya dapat bertahan lebih lama.

Untuk mengatasi kerusakan susu, terdapat teknologi inovasi yang dapat meningkatkan daya guna susu yaitu diolah menjadi beberapa produk olahan susu. Produk olahan diantaranya adalah susu bubuk dan susu kental. Produk olahan susu yang dilakukan di Indonesia adalah susu skim. Susu skim mengandung semua zat makanan dari susu kecuali lemak dan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak.

Susu skim dapat digunakan oleh orang yang menginginkan nilai kalori rendah di dalam makanannya, karena susu skim hanya mengandung 55% dari seluruh energi susu, dan susu skim juga digunakan dalam pembuatan keju dengan lemak rendah dan yoghurt. Produk susu ini mengalami proses fermentasi dengan menggunakan *Lactobacillus bulgaricus* dengan membutuhkan galaktosa yang dapat diperoleh dari

susu skim itu sendiri. Galaktosa adalah salah satu sumber karbon yang dibutuhkan mikroba dalam metabolismenya untuk menghasilkan energi, dengan jumlah laktosa $\pm 4,80\%$ yang terkandung dalam air susu.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan galaktosa terhadap aktivitas *Lactobacillus bulgaricus* pada medium.

Kegunaan penelitian ini adalah untuk memberikan informasi pada masyarakat dan sebagai bahan referensi dalam perkembangan teknologi pengolahan susu dalam upaya peningkatan gizi masyarakat.

TINJAUAN PUSTAKA

Karakteristik *Lactobacillus bulgaricus*

Stewart dan Beswick (1977) mengemukakan bahwa bakteri dari genus *Lactobacillus* kebanyakan berbentuk batang tipis panjang dan merupakan Gram positif, tidak bergerak, tidak berkapsul dan tidak berspora. Genus *Lactobacillus* sebagian besar micro-aerofilik atau anaerobic, dan juga merupakan penghasil asam. *Lactobacillus bulgaricus* koloninya agak besar dan dapat tumbuh pada suhu 23-55°C. Apabila ditambahkan "litmus milk" dapat tumbuh dengan baik serta mereduksi litmus, selain itu asam yang dihasilkan cukup tinggi yaitu sekitar 1,7%. Bila ditambahkan pada susu akan menghasilkan flavor khas yang tajam (Davis, 1975).

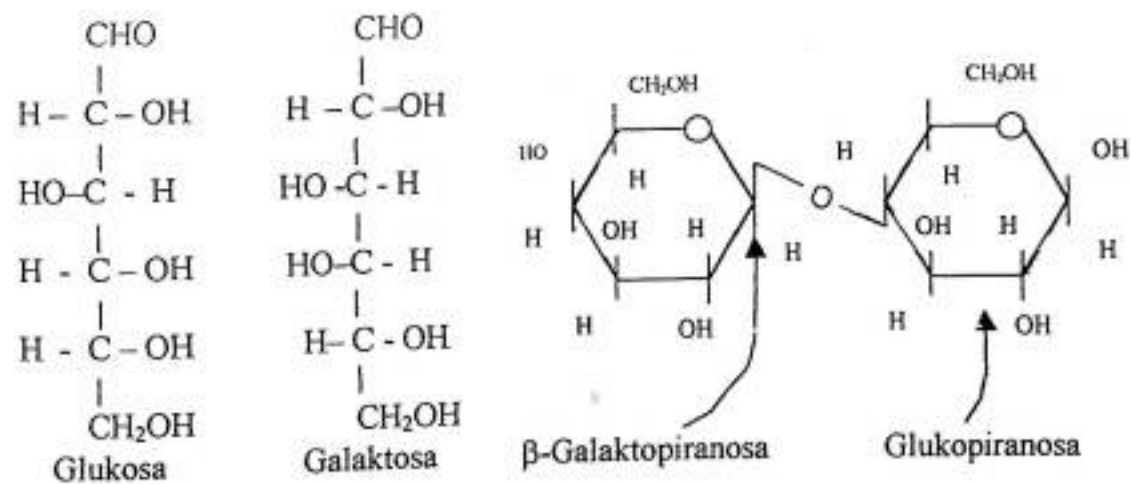
Marshall (1986) menyatakan bahwa *Lactobacillus bulgaricus* digolongkan sebagai bakteri asam laktat yang bersifat homofermentatif yang dapat memfermentasikan gula menjadi asam laktat sebagai produk utama di samping asetil dehidra dan diasetil. Lebih lanjut Panji (1988) mengemukakan bahwa *Lactobacillus bulgaricus* adalah bakteri asam laktat yang mudah mengubah laktosa dari susu menjadi asam laktat.

Bakteri asam laktat termasuk dalam golongan bakteri mesofilik yang tumbuh pada suhu sekitar 20 - 40°C dan dapat tumbuh pada kondisi asam atau garam yang tinggi. Pasteurisasi bahan, kontrol suhu inkubasi, konsentrasi sodium klorida, pH dan ada atau tidaknya air merupakan faktor kimia dan fisika yang menekan pertumbuhan mikroorganisme lain sehingga bakteri asam laktat dapat

tumbuh. Bakteri asam laktat dapat tumbuh hingga kadar garam 12% dan pH 3,2 (Difigueredo dan Spliitstoosser, 1980).

Galaktosa

Galaktosa merupakan gula sederhana yang biasa disebut dengan monosakarida, bagian dari heksosa yaitu zat pertengahan (intermediate) yang terjadi pada metabolisme karbohidrat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tilman, Reksohadiprodjo, Prawirokusumo dan Lebdoesoekojo (1998) yang menyatakan bahwa karbohidrat biasanya dibagi menjadi dua golongan pokok, gula dan non gula. Gula tersederhana adalah monosakarida yang disebut juga gula sederhana dan larut dalam air yang dibagi menjadi sub golongan berdasarkan jumlah atom karbon seperti triosa, tetrosa, dan heksosa. Bagian heksosa diantaranya fruktosa, galaktosa, glukosa dan mannososa. Selanjutnya dikemukakan bahwa sifat penting monosakarida adalah kemampuannya bereaksi dengan asam fosfat membentuk gula fosfat yang penting untuk transport dan metabolisme monosakarida. Rumus bangun glukosa, galaktosa dan laktosa berdasarkan Harper, Rodwell dan Mayes (1980) :



Gambar 1. Rumus Bangun Glukosa, Galaktosa, Laktosa.

Monosakarida khususnya galaktosa ini sangat penting untuk transport dan metabolisme bakteri *Lactobacillus bulgaricus*. Buckle, Edward, Fleet dan Wootom (1987) menyatakan bahwa seperti halnya makhluk lain mikroorganisme khususnya bakteri *Lactobacillus bulgaricus* juga membutuhkan suplai makanan yang akan menjadi sumber energi dan menyediakan unsur-unsur kimia dasar untuk pertumbuhan sel. Unsur-unsur dasar tersebut adalah karbon, nitrogen, hidrogen, sulfur, fosfor, energi dapat diperoleh dari jenis gula karbohidrat sederhana seperti galaktosa.

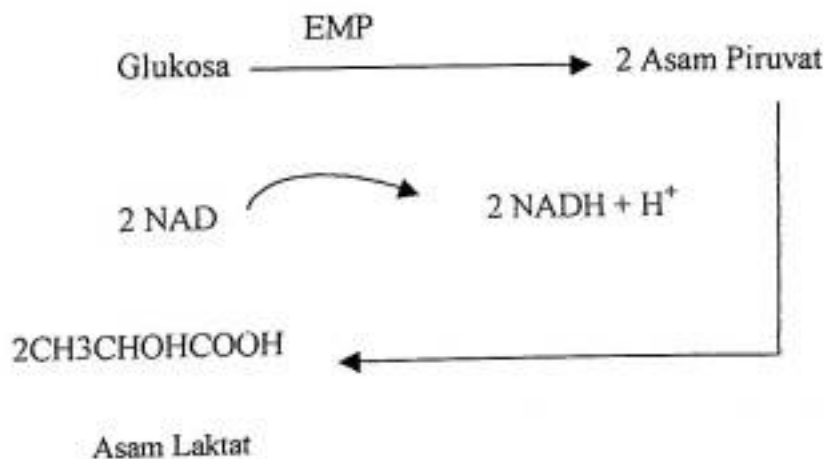
Galaktosa yang merupakan gula sederhana ini sangat penting untuk pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus* yang ditambahkan pada media pertumbuhannya, sebab galaktosa ini langsung diserap ke dalam sel dan dipergunakan tanpa dipecah terlebih dahulu menjadi unit yang lebih sederhana. Hal ini sesuai dengan pernyataan Buckle, dkk., (1987) yang menyatakan bahwa molekul-molekul kompleks dari zat-zat organik seperti polisakarida, lemak dan protein harus dipecahkan terlebih dahulu menjadi unit yang lebih sederhana sebelum zat tersebut dapat masuk ke dalam sel dan dipergunakan.

Dwidjoseputro (1998) menyatakan bahwa bakteri *Lactobacillus bulgaricus* memerlukan juga sumber-sumber makanan yang mengandung C, H, O dan N yang berguna untuk menyusun protoplasma. Unsur-unsur ini dapat diambil dalam bentuk senyawa organik seperti karbohidrat, protein dan lemak.

Aktivitas *Lactobacillus bulgaricus* dengan Penambahan Galaktosa

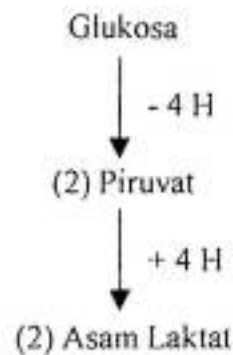
Penambahan galaktosa pada medium dapat digunakan oleh *Lactobacillus bulgaricus* dalam aktivitasnya sebagai substrat untuk mengubah karbohidrat menjadi asam susu dan menghasilkan energi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dwidjoseputro (1998) yang menyatakan bahwa dengan menggunakan substrat galaktosa melalui fermentasi karbohidrat oleh bakteri asam susu yaitu *Lactobacillus bulgaricus* menghasilkan asam susu dan energi.

Fardiaz (1989) menyatakan bahwa bakteri asam laktat, asam piruvat yang terbentuk dari jalur glikolisis bertindak sebagai penerima hidrogen, reduksi asam piruvat oleh NADH_2 menghasilkan asam laktat dengan reaksi :



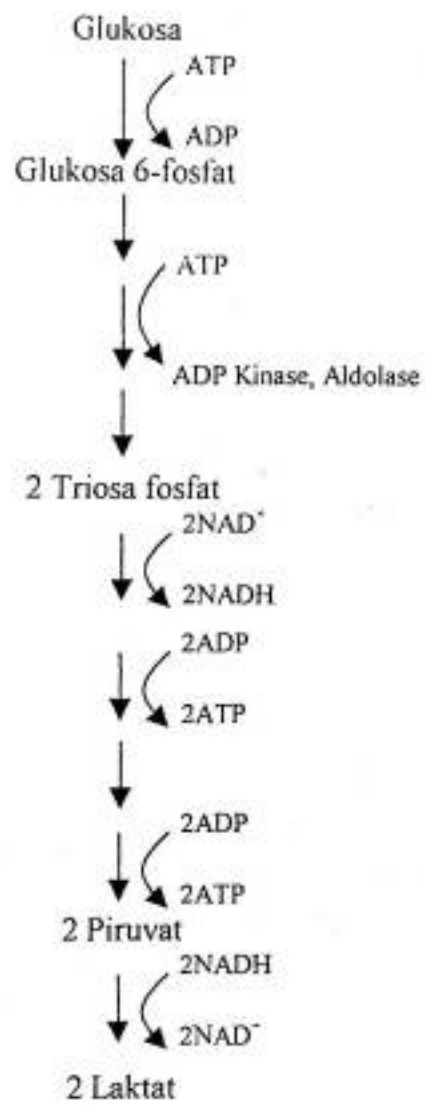
Gambar 2. Bagan Jalur Glikolisis

Jawetz, Melnick dan Adelberg (1984) menyatakan bahwa fermentasi merupakan proses metabolik. Donor H dan penerima H merupakan zat-zat organik dan membentuk atau mereduksi piruvat dari glukosa atau galaktosa secara langsung dengan reaksi :



Gambar 3. Homofermentasi Asam Laktat

Jawetz, dkk (1984) menyatakan bahwa jalur Embden-Meyerhof adalah suatu mekanisme fermentasi glukosa menggunakan suatu kinase dan aldolase untuk mengubah heksosa (C_6) fosfat menjadi dua molekul triosa (C_3) fosfat. Empat reaksi fosforilasi substrat menyertai pengubahan triosa fosfat menjadi dua molekul piruvat, karena dibutuhkan dua ikatan ATP pirofosfat untuk membentuk triosa fosfat dari glukosa. Jalur Embden-Meyerhof memberi hasil bersih dua ikatan ATP. Pembentukan piruvat dari triosa fosfat merupakan proses oksidasi dan NADH yang terbentuk dalam langkah metabolisme yang pertama harus diubah menjadi NAD^+ agar fermentasi dapat berlangsung. Reduksi langsung piruvat oleh NADH menghasilkan laktat sebagai hasil akhir, sehingga mengakibatkan pemberian lebih bersifat asam, dengan jalur sebagai berikut :



Gambar 4. Jalur Embden-Meyerhof
(Jawetz, dkk, 19840)

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung dari bulan Juli sampai Agustus 2004, di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Pusat Kegiatan Penelitian, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar.

Materi Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, susu skim, aquades, galaktosa, Natrium Hidroksida 0,1 N dan fenofthalin.

Peralatan yang digunakan adalah inkubator, termometer, timbangan analitik, pH meter, autoklaf, pipet volume, tube shaker, cawan petri, penangas, tabung reaksi, mikro pipet, buret, koloni counter, aluminium foil dan kertas label.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan lima ulangan. Perlakuan yang diterapkan adalah penambahan galaktosa yang terdiri dari :

A₁ = 0% (kontrol)

A₂ = 0,5 %

A₃ = 1,0 %

A₄ = 1,5 %

A₅ = 2,0 %

Prosedur penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahap yaitu :

a. Penyiapan Sampel

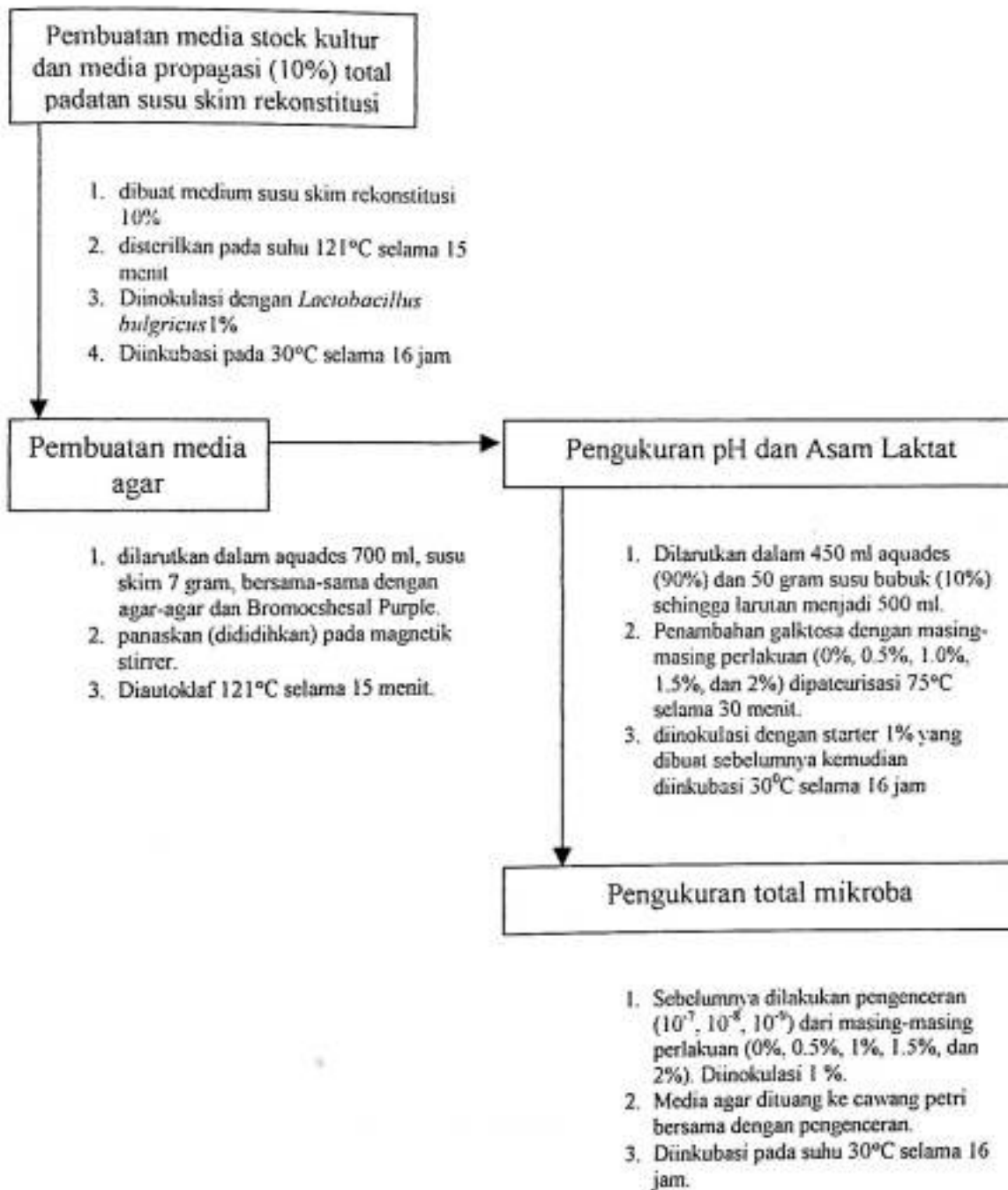
Bakteri yang digunakan sebagai starter yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dibiakkan dalam medium susu skim rekonstitusi dengan total padatan 10% yang telah disterilkan terlebih dahulu pada suhu 121°C selama 15 menit. Untuk pemeliharaan starter, maka setiap dua minggu sekali dilakukan propagasi (Gambar 5).

b. Pembuatan Susu Rekonstitusi

Susu bubuk skim direkonstruksi dengan persentase padatan 10% dengan cara sebagai berikut : 30 gram susu bubuk dilarutkan dalam 270 ml aquades (10% susu bubuk dan 90% aquades). Larutan susu tersebut selanjutnya dibagi dalam tiap perlakuan (penambahan galaktosa 0%, 0,5%, 1,0%, 1,5% dan 2,0%) yang masing-masing terdiri dari lima ulangan kemudian larutan dihomogenkan. Setiap ulangan terdiri dari 100 ml larutan susu. Larutan susu dipasteurisasi dengan suhu 75°C selama 30 menit. Lalu didinginkan sampai mencapai suhu 30°C. Larutan kemudian diinokulasi dengan bakteri asam laktat 1% (*Lactobacillus bulgaricus*) dan selanjutnya diinkubasi pada suhu 30°C selama 16 jam.

c. Pengukuran Aktivitas Mikroba

Adapun variabel yang diukur sebagai parameter untuk mengetahui aktivitas *Lactobacillus bulgaricus* adalah penurunan pH, persentase asam laktat yang dihasilkan dan pertumbuhan mikroba (jumlah mikroba).



Gambar 5. Prosedur Penelitian

1. Pengukuran pH

Pengukuran pH dilakukan pada setiap susu yang difermentasi dengan asam laktat dari perlakuan penambahan galaktosa dengan konsentrasi yang berbeda dengan menggunakan pH meter.

2. Perhitungan Persentase Asam Laktat

Pengukuran persentase asam laktat dilakukan dengan titrasi menggunakan NaOH 0,1 N dan indikator fenofalin kemudian dihitung dengan menggunakan rumus berdasarkan (Hadiwiyoto, 1994) :

$$\text{Persentase Asam Laktat} : \frac{\text{ml NaOH} \times 0,009}{\text{Berat Sampel Susu (gr)}} \times 100\%$$

3. Total Mikroba

Total mikroba dihitung dengan metode pengenceran dan ditumbuhkan pada skim milk agar dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 16 jam.

Analisa Data

Data nilai pH dan persentase asam laktat dianalisis dengan menggunakan sidik ragam berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan bila hasilnya berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Duncann (Gazper, 1991).

Model Statistik yang digunakan adalah :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = Variabel respon hasil pengamatan

μ = Rata-rata Pengamatan

α_i = Pengaruh Penambahan galaktosa ke-i ($i = 1, 2, 3, 4$ dan 5) terhadap aktivitas *Lactobacillus bulgaricus* pada susu skim.

ϵ_{ij} = Pengaruh galat percobaan

Bila hasil sidik ragam menunjukkan perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

Untuk melihat hubungan antara parameter yang diukur maka dilakukan analisis regresi dan korelasi, Sudjana (1992).

Persamaan Regresi linier sebagai berikut :

$$\hat{Y} = a + bX$$

Keterangan :

\hat{Y} = Pendugaan aktivitas *Lactobacillus bulgaricus* pada susu skim

X_i = Persentase asam laktat, nilai pH dan total mikroba

a = Konstanta

b = Koefisien Regresi

Derajat hubungan antara variabel X persentase asam laktat, pH dan total mikroba dengan variabel (aktivitas *Lactobacillus bulgaricus* pada susu skim) dengan penambahan konsentrasi galaktosa yang berbeda, dinyatakan dengan rumus berdasarkan Sudjana (1992) :

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{(n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)(n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}}$$

Keterangan :

r = Koefisien korelasi

X_i = Nilai Pengamatan persentase asam laktat, nilai pH dan total mikroba

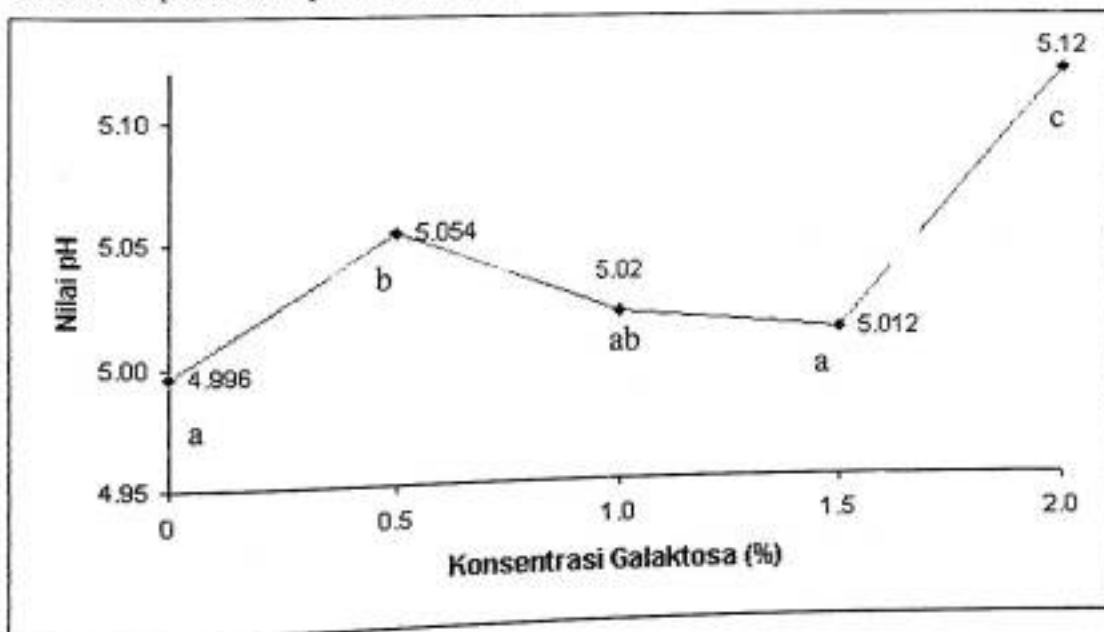
Y_i = Aktivitas pada susu skim

n = Jumlah Pengamatan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai pH

Nilai pH sangat menentukan aktivitas bakteri asam laktat khususnya *Lactobacillus bulgaricus*. pH yang tinggi menyebabkan medium pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus* akan bersifat basa sehingga pada pH tertentu dapat menyebabkan penghambatan terhadap aktivitasnya. Helferich dan Westhoff (1975) menyatakan bahwa *Lactobacillus bulgaricus* aktif pada pH rendah, hal ini didukung oleh Davis (1975) bahwa *Lactobacillus bulgaricus* akan tumbuh optimum jika pH media di bawah 5,5 serta mulai berkembang bila pH telah menurun sampai kira-kira 4,5. (Buckle, dkk. 1987). Rata-rata nilai pH dengan konsentrasi galaktosa yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rata-rata Nilai pH pada level Penambahan Galaktosa yang Berbeda. Huruf yang berbeda mengindikasikan perbedaan signifikan pada level 5% ($p < 0,05$)

Hasil pengamatan (Gambar 6) menunjukkan bahwa nilai pH rendah pada konsentrasi galaktosa 0%. Kemudian meningkat pada konsentrasi galaktosa 0,5% kemudian kembali menurun pada konsentrasi galaktosa 1 % dan 1,5% dan selanjutnya meningkat drastis pada penambahan galaktosa 2 %. Menurut pengamatan di atas, konsentrasi galaktosa menghambat aktifitas *Lactobacillus bulgaricus*. Hal ini disebabkan karena *Lactobacillus bulgaricus* pada konsentrasi 0,5-2% terlebih dahulu memetabolisme galaktosa menjadi glukosa dengan menggunakan permease, sebelum mereduksi piruvat oleh NADH menghasilkan laktat sebagai hasil akhir, sehingga asam laktat yang dihasilkan berkurang dan pH akan meningkat, berbeda pada galaktosa 0%, dimana *Lactobacillus bulgaricus* mereduksi langsung piruvat oleh NADH menghasilkan laktat sebagai hasil akhir, sehingga mengakibatkan perbenihan lebih bersifat asam.

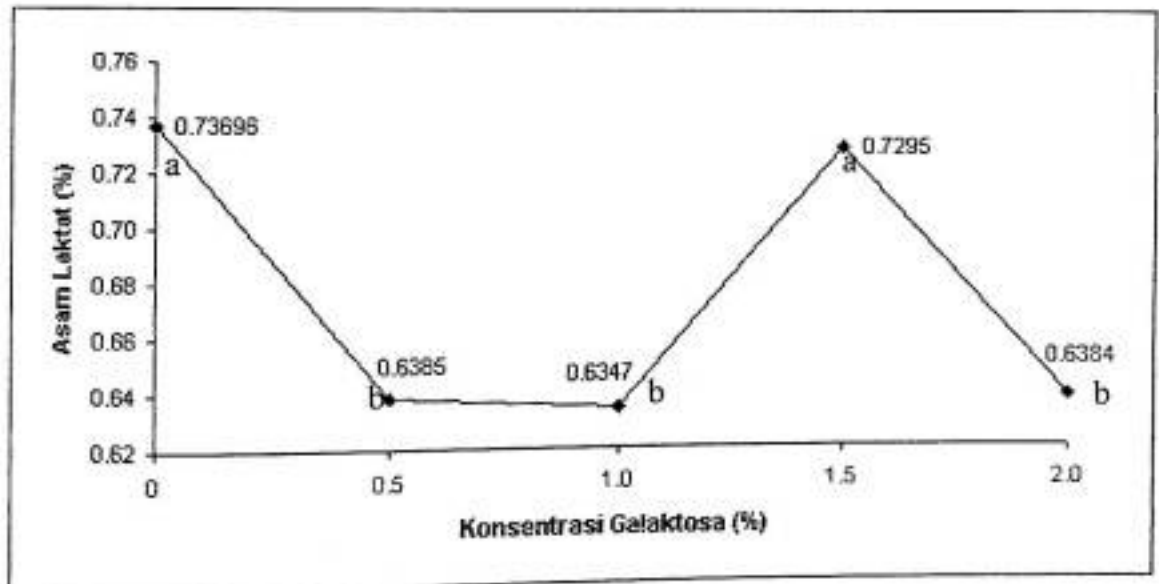
Dwidjoseputro (1998) menyatakan bahwa dengan menggunakan substrat glukosa melalui fermentasi karbohidrat oleh bakteri asam susu yaitu *Lactobacillus bulgaricus* menghasilkan asam susu dan energi. Dengan demikian media bersifat asam dan pH rendah.

Penurunan pH tersebut menunjukkan bahwa *Lactobacillus bulgaricus* sudah bertambah atau meningkat, seperti yang dikemukakan oleh Buckle, dkk. (1987) bahwa pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus* yang mulai berkembang bila pH telah menurun sampai kira-kira 4,5 dan tumbuh dengan baik pada kisaran nilai pH 3,0 – 6,0. Sedangkan menurut Helferich dan Westhooff (1980) bahwa *Lactobacillus bulgaricus* aktif pada pH rendah.



Persentase Asam Laktat

Persentase asam laktat dipengaruhi oleh fermentasi mikroba, karena hasil akhir dari fermentasi karbohidrat adalah asam laktat. Dwidjosoputro (1998) menyatakan bahwa dengan menggunakan substrat galaktosa melalui fermentasi karbohidrat oleh bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus bulgaricus* menghasilkan asam susu (asam laktat). Rata-rata persentase asam laktat dengan konsentrasi galaktosa yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 7.



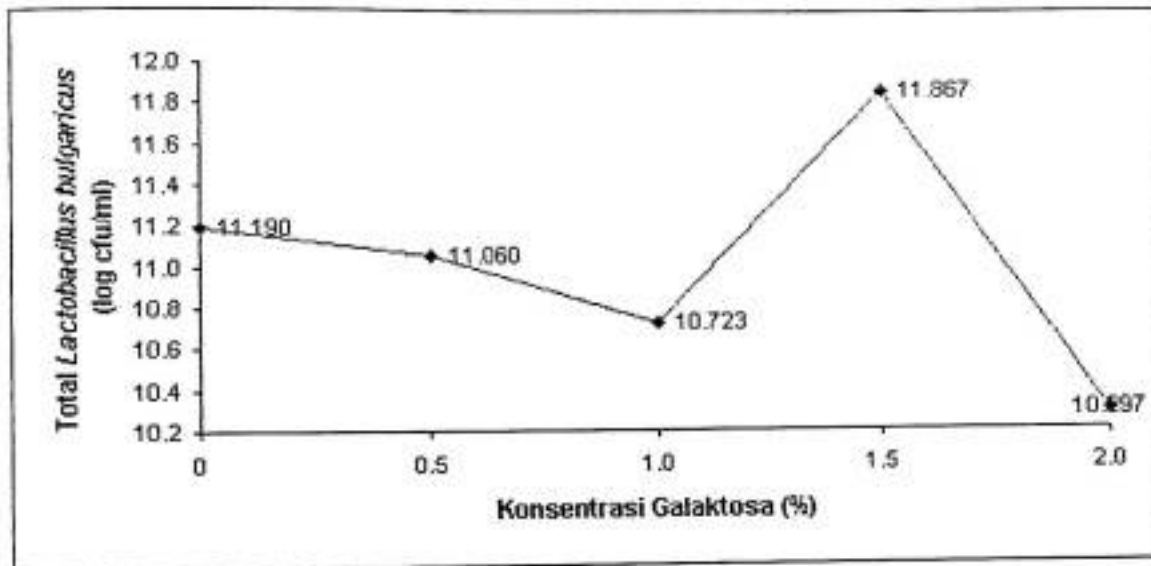
Gambar 7. Rata-rata Persentase Asam Laktat pada Level Penambahan Galaktosa. Huruf yang berbeda mengindikasikan perbedaan signifikan pada level 5% ($p < 0,05$)

Hasil pengamatan (Gambar 7) menunjukkan bahwa rata-rata persentase asam laktat pada konsentrasi galaktosa 0 % adalah lebih tinggi daripada yang lain. Kemudian menurun pada konsentrasi galaktosa 0,5 dan 1,0% kemudian meningkat pada konsentrasi galaktosa 1,5 % dan selanjutnya menurun kembali pada konsentrasi galaktosa 2%. Hasil Uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan 1 dan 1,5% berbeda nyata dengan nilai persentase asam laktat yaitu nilai yang diperoleh tinggi. Sedangkan perlakuan 0,5, 1 dan 2% tidak menunjukkan perbedaan yang nyata yakni nilai persentase asam laktat yang diperoleh rendah. Menurut pengamatan di atas, galaktosa dapat menghambat aktifitas *Lactobacillus bulgaricus*. Hal ini disebabkan karena *Lactobacillus bulgaricus* pada konsentrasi 0,5 – 2% terlebih dahulu memetabolisme galaktosa menjadi glukosa dengan menggunakan permease, sebelum mereduksi piruvat oleh NADH menghasilkan laktat sebagai hasil akhir sehingga asam laktat yang dihasilkan berkurang, berbeda pada galaktosa 0 % *Lactobacillus bulgaricus* mereduksi langsung piruvat oleh NADH menghasilkan laktat sebagai hasil akhir, sehingga mengakibatkan perbenihan lebih bersifat asam.

Total *Lactobacillus bulgaricus*

Monosakarida sangat penting untuk transport dan metabolisme *Lactobacillus bulgaricus*. Sesuai dengan pernyataan Buckle, dkk. (1987) menyatakan bahwa seperti halnya makhluk lain, mikroorganisme khususnya *Lactobacillus bulgaricus* juga membutuhkan suplai makanan yang akan menjadi sumber energi dan menyediakan unsur-unsur kimia dasar untuk pertumbuhan sel. Unsur-unsur dasar tersebut adalah karbon, nitrogen, hidrogen, sulfur dan fosfor. Energi dapat diperoleh

dari jenis gula karbohidrat sederhana seperti glukosa. Pengaruh penambahan galaktosa terhadap total *Lactobacillus bulgaricus* dapat dilihat pada Gambar 8.

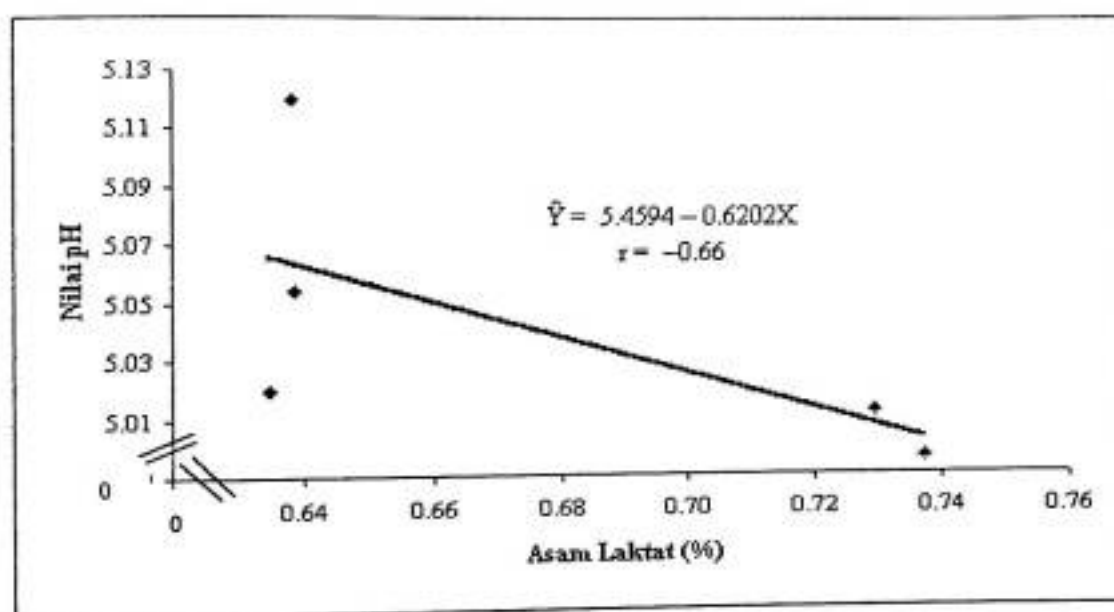


Gambar 8. Pengaruh Penambahan Galaktosa terhadap Total *Lactobacillus bulgaricus*

Hasil pengamatan (Gambar 8) menunjukkan bahwa total *Lactobacillus bulgaricus* cenderung menurun sampai dengan penambahan 1% galaktosa. Kemudian meningkat drastis pada penambahan 1,5% dan selanjutnya menurun kembali sampai mencapai titik terendah (10,2973 Log Cfu/ml) pada penambahan 2% galaktosa. Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya penghambatan konsentrasi galaktosa yang tinggi dan menyebabkan perubahan pada nilai awal media yang sudah sulit untuk dimetabolisme oleh *Lactobacillus bulgaricus*. Kemungkinan lain adalah media bakteri telah terkontaminasi dengan udara luar.

Hubungan Persentase Asam laktat dan pH

Hubungan persentase asam laktat dan nilai pH berdasarkan perlakuan penambahan galaktosa dapat dilihat pada Gambar 9.

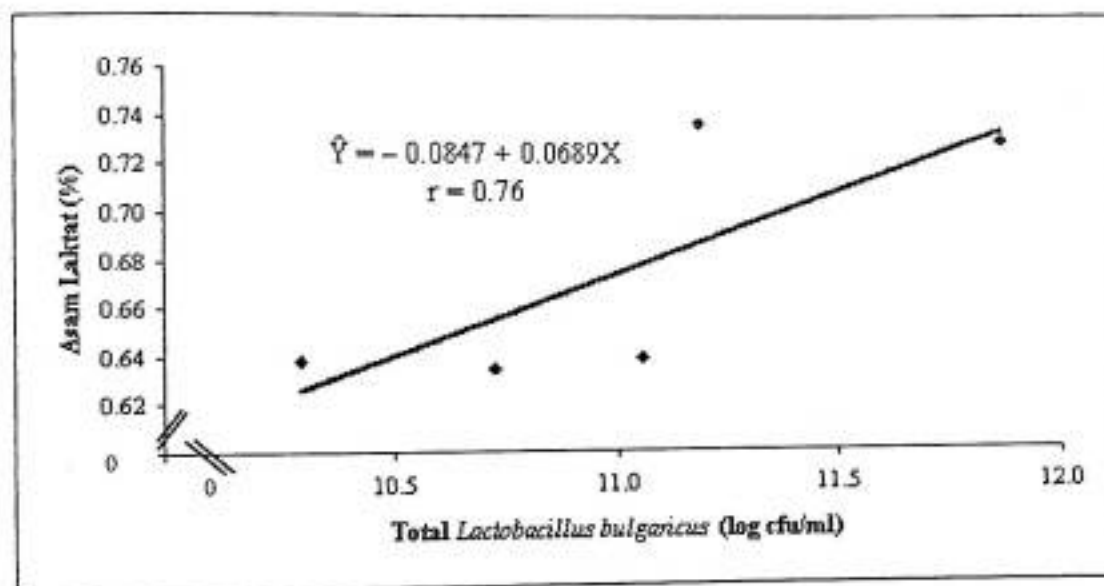


Gambar 9. Hubungan antara Persentase Asam laktat dan pH

Pada Gambar 9 terlihat bahwa hubungan asam laktat dan pH, yaitu terdapat hubungan yang nyata negatif atau berbanding terbalik ($r = -0,66$). Ini menunjukkan bahwa nilai pH menurun dengan peningkatan asam laktat yang terbentuk selama proses fermentasi. Persamaan regresi linier yang diperoleh adalah $\hat{Y} = 5,4594 - 0,6202X$, yang berarti bahwa peningkatan persentase asam laktat sebanyak 0,1 unit akan menyebabkan penurunan nilai pH sebesar 0,6202. Hal ini terjadi karena akumulasi sifat asam yang dihasilkan selama pembentukan asam laktat dalam proses fermentasi.

Hubungan Antara Total *Lactobacillus bulgaricus* dan Persentase Asam Laktat

Hubungan persentase asam laktat dan total mikroba pada berbagai perlakuan penambahan galaktosa dapat dilihat pada Gambar 10.

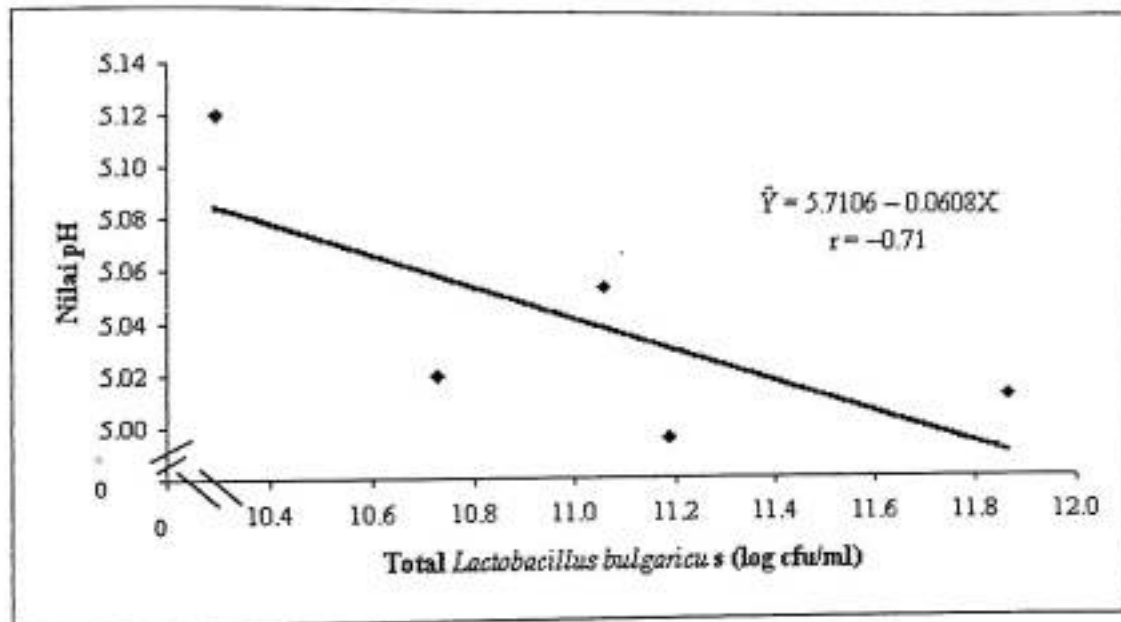


Gambar 10. Hubungan antara Persentase Asam laktat dan Total *Lactobacillus bulgaricus*

Pada Gambar 10 terlihat bahwa hubungan persentase asam laktat dan total *Lactobacillus bulgaricus* dengan r sebesar 0,76. Nilai ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan nyata positif yakni peningkatan total *Lactobacillus bulgaricus* akan meningkatkan persentase asam laktat. Persamaan regresi linier yang diperoleh adalah $\hat{Y} = -0,0847 + 0,0689X$, yang berarti bahwa apabila terjadi peningkatan asam laktat sebanyak 0,1 unit maka akan menyebabkan peningkatan jumlah bakteri sebanyak 0,0689 log cfu/ml.

Hubungan Antara Total *Lactobacillus bulgaricus* dan Nilai pH

Hubungan nilai pH dan total *Lactobacillus bulgaricus* berdasarkan perlakuan penambahan galaktosa yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Hubungan antara Nilai pH dan Total *Lactobacillus bulgaricus*

Berdasarkan Gambar 11 terlihat hubungan antara nilai pH dan total *Lactobacillus bulgaricus* yaitu terdapat hubungan yang nyata negatif ($r = -0,71$). Persamaan regresi linier yang diperoleh adalah $\hat{Y} = 5,7106 - 0,0608X$, yang berarti apabila terjadi penurunan pH sebanyak 0,1 unit maka akan menyebabkan peningkatan total *Lactobacillus bulgaricus* sebanyak 0,0608 log cfu/ml. Makin tinggi total *Lactobacillus bulgaricus* maka nilai pH akan semakin menurun.



KESIMPULAN

Kesimpulan

- Penambahan galaktosa pada medium susu Skim Rekonstitusi dapat menghambat aktifitas bakteri *Lactobacillus bulgaricus*.

DAFTAR PUSTAKA

- Buckle, K.A., R.A., Edward, G.H. Fleet and M. Wooton. 1987. Terjemahan Hari Purnomo dan Adiono. 1988. *Ilmu Pangan*. Universitas Indonesia. Jakarta
- Davis, J.G. 1975. The Microbiology of Yoghurt. In J.G. Carr, C.V. Cutting and G.C. Whitting (Eds). *Lactic Acid Bakteri in Beverages and Food*. Academic Press. London
- Difdigneiredo, P.M. and D.F. Spleitstoosser. 1980. *Food Microbiology Public Health and Spoilage Aspects*. The AVI Publishing Company, Inc., Westord, Connecticut.
- Dwijoseputro. 1998. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta.
- Fardiaz. S. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Bogor. Bogor.
- Gaspersz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. Armico. Bandung.
- Hadiwiyoto, S. 1994. *Hasil-Hasil Olahan Susu, Ikan, Telur dan Daging*. Liberty, Yogyakarta.
- Harper, H.A., V.W. Rodwell and P.A. Mayes. 1980. *Biocomic*. Terjemahan Martin Muliawan. 1981. *Biokimia*. Fakultas Kedokteran. Jakarta.
- Helferich, W. dan D.C. Westhoff. 1975. *All About Yoghurt*. Prentice. Hall Inc. Engel - Wood - Cliff, New Jersey.
- Jawetz, E., J.L. Melnick and E.A. Adelberg. 1984. *Mikrobiologi Kedokteran Edisi 20*. Terjemahan E., Nugroho, And Maulany. Penerbit Buku Kedokteran.
- Marshall, V.M.E. 1986. *The Microflora and Production of Fermented Milk* in M.K. Addams, *Process in Industrial Microorganism in the Production of Food*. Elsevier, Amsterdam.
- Panji, C. 1988. *Penuntun Praktikum Bioindustri*. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Stewart, F.S. and T.S.L. Beswick. 1977. *Bacteriology, Virology and Immunity for Student of Medicine*. Tenth Edition. University Dublin. Balhere Tindall. London.

Sudjana, M.A. 1992. *Metode Statistika*. Tarsito. Bandung

Tilman, A.D., S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo and S. Lebdosoekojo. 1998. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gadjah Mada University Press Fakultas Peternakan. UGM. Yogyakarta.

Lampiran I. Perhitungan Analisis Ragam Nilai pH pada Berbagai Perlakuan Penambahan Galaktosa.

Ulangan	Perlakuan				
	0%	0,5%	1%	1,5%	2%
n	5	5	5	5	5
Jumlah	24,98	25,27	25,1	25,06	25,6
Rata-rata	4,996	5,054	5,02	5,012	5,12

Tabel Anova

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0,049	0,012	9,798**	2,87	4,43
Galat	20	0,025	0,001			
Total	24	0,073				

Keterangan = ** berpengaruh sangat nyata

$$\begin{aligned}
 \text{db total} &= \text{Total banyaknya pengamatan} - 1 \\
 &= 25 - 1 \\
 &= 24
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{db perlakuan} &= \text{Total banyaknya perlakuan} - 1 \\
 &= 5 - 1 \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{db galat} &= \text{db total} - \text{db perlakuan} \\
 &= 24 - 4 \\
 &= 20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{y \cdot \cdot^2}{r \cdot t} \\
 &= \frac{126.01^2}{5.5}
 \end{aligned}$$

$$= 11.411$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= \sum Y_{ij} - FK \\ &= (0.7222)^2 + (0.7331)^2 + \dots + (0.6737)^2 - 11.411 \\ &= 0.1012 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \frac{\sum j^2}{r} - FK \\ &= \frac{(3.6848)^2 + (3.1923)^2 + (6.1733)^2 + (3.6476)^2 + (3.1922)^2}{5} - 11.4111 \end{aligned}$$

$$= 0.056$$

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 0.1012 - 0.056 \\ &= 0.0452 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KTP} &= \frac{\text{JKP}}{\text{dbp}} \\ &= \frac{0.056}{4} \end{aligned}$$

$$= 0.014$$

$$\begin{aligned} \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{dbg}} \\ &= \frac{0.0452}{20} \end{aligned}$$

$$= 0.0022$$

$$\text{Fhit} = \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}}$$

$$= \frac{0.01215}{0.00124}$$

$$= 9.798$$

Uji Duncan

$$Rp = r_p s_Y$$

$$s_Y = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,001}{5}}$$

$$= 0.014$$

Perlakuan	Rata-rata	Selisih				
		0	0,5	1	1,5	2
0	4,996	-				
0,5	5,054	0,058*	-			
1	5,02	0,024 ^{ns}	0,034 ^{ns}	-		
1,5	5,012	0,016 ^{ns}	0,042*	0,008 ^{ns}	-	
2	5,12	0,120**	0,066*	0,1**	0,108**	-

Keterangan : * berbeda nyata ($p < 0,05$)
 ** berbeda sangat nyata ($p < 0,01$)
^{ns} tidak berbeda nyata

Lampiran 2. Perhitungan Analisis Ragam Persentase Asam Laktat pada Berbagai Perlakuan Penambahan Laktosa.

Ulangan	Perlakuan				
	0%	0,5%	1%	1,5%	2%
n	5	5	5	5	5
Jumlah	3,6848	3,1923	3,1733	3,6476	3,1922
Rata-rata	0,073696	0,6385	0,6347	0,7295	0,6384

Tabel Anova

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0.056	0.014	6.3636**	2.87	4.43
Galat	20	0.045	0.002			
Total	24	0.101				

Keterangan = ** berpengaruh sangat nyata

$$\begin{aligned}
 \text{db total} &= \text{Total banyaknya pengamatan} - 1 \\
 &= 25 - 1 \\
 &= 24
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{db perlakuan} &= \text{Total banyaknya perlakuan} - 1 \\
 &= 5 - 1 \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{db galat} &= \text{db total} - \text{db perlakuan} \\
 &= 24 - 4 \\
 &= 20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{y \cdot \cdot^2}{r \cdot t} \\
 &= \frac{16.8902^2}{5.5}
 \end{aligned}$$

$$= 635.1408$$

JKT

$$= \sum Y_{ij} - FK$$

$$= (4.92)^2 + (5.03)^2 + \dots + (5.05)^2 - 635.1408$$

$$= 0.0733$$

JKP

$$= \frac{\sum j^2}{r} - FK$$

$$= \frac{(24.98)^2 + (25.27)^2 + (25.1)^2 + (25.06)^2 + (25.6)^2}{5} - 635.1408$$

$$= 0.04858$$

JKG

$$= JKT - JKP$$

$$= 0.0733 - 0.0486$$

$$= 0.0247$$

KTP

$$= \frac{JKT}{dbp}$$

$$= \frac{0,0486}{4}$$

$$= 0.01215$$

KTG

$$= \frac{JKG}{dbg}$$

$$= \frac{0,0247}{4}$$

$$= 0.00124$$

Fhit

$$= \frac{KTP}{KTG}$$

$$= \frac{0.014}{0.0022}$$

$$= 6.3636$$

Uji Duncan

$$Rp = r_p s_Y$$

$$s_Y = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.0022}{5}}$$

$$= 0.020$$

Perlakuan	Rata-rata	Selisih				
		0	0,5	1	1,5	2
0	0,73696	-				
0,5	0,6385	0,09846*	-			
1	0,6347	0,10226**	0,0038 ^{ns}	-		
1,5	0,7295	0,00746 ^{ns}	0,0910*	0,0948*	-	
2	0,6384	0,09896*	0,0001 ^{ns}	0,0037 ^{ns}	0,0911*	-

Keterangan : * berbeda nyata ($p < 0,05$)
 ** berbeda sangat nyata ($p < 0,01$)
^{ns} tidak berbeda nyata

Lampiran 3. Rata-Rata Total Mikroba dengan Berbagai Perlakuan Penambahan Galaktosa

No	Perlakuan				
	0%	0,5%	1%	1,5%	2%
1	1.16×10^{11} Log cfu/ml	1.07×10^{11} Log cfu/ml	6.4×10^{10} Log cfu/ml	7.5×10^{11} Log cfu/ml	6.7×10^{10} Log cfu/ml
2	1.63×10^{11} Log cfu/ml	1.07×10^{11} Log cfu/ml	5.0×10^{10} Log cfu/ml	6.0×10^{11} Log cfu/ml	3.2×10^{10} Log cfu/ml
Jumlah	2.79×10^{11} Log cfu/ml	2.14×10^{11} Log cfu/ml	11.4×10^{10} Log cfu/ml	13.5×10^{11} Log cfu/ml	9.9×10^{10} Log cfu/ml
Rata-rata	0.56×10^{11} Log cfu/ml	0.43×10^{11} Log cfu/ml	2.28×10^{10} Log cfu/ml	2.7×10^{11} Log cfu/ml	1.98×10^{10} Log cfu/ml

Lampiran 4. Analisis Regresi Hubungan Persentase Antara Asam Laktat dan Nilai pH dalam Susu Skim Rekonstitusi

Regression

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.663	.440	.253	.0425993

a Predictors: (Constant), Asam Laktat

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.004	1	.004	2.354	.223
	Residual	.005	3	.002		
	Total	.010	4			

a Predictors: (Constant), Asam Laktat

b Dependent Variable: pH

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5.459	.274		19.940	.000
	Asam Laktat	-.620	.404	-.663	-1.534	.223

a Dependent Variable: pH

Lampiran 5. Analisis Regresi Hubungan Antara Total Mikroba dan Persentase Asam Laktat dalam Susu Skim Rekonstitusi

Regression

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.762	.581	.442	.0393691

a Predictors: (Constant), Jumlah Bakteri

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.006	1	.006	4.164	.134 ^a
	Residual	.005	3	.002		
	Total	.011	4			

a Predictors: (Constant), Jumlah Bakteri

b Dependent Variable: Asam Laktat

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-8.470E-02	.373		-.227	.835
	Jumlah Bakteri	6.895E-02	.034	.762	2.041	.134

a Dependent Variable: Asam Laktat

Lampiran 6. Analisis Regresi Hubungan Antara Total Mikroba dan Nilai pH dalam Susu Skim Rekonstitusi

Regression

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.718	.516	.355	.0395815

a Predictors: (Constant), Jumlah Bakteri

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.005	1	.005	3.201	.172 ^a
	Residual	.005	3	.002		
	Total	.010	4			

a Predictors: (Constant), Jumlah Bakteri

b Dependent Variable: pH

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5.711	.375		15.227	.001
	Jumlah Bakteri	-6.078E-02	.034	-.718	-1.789	.172

a Dependent Variable: pH

RIWAYAT HIDUP

Penulis adalah anak keempat dari enam bersaudara dari Ayahanda Dorang dan Ibunda Baraha. Yang dilahirkan pada tanggal 17 Oktober 1979 di Desa Simpo Kecamatan Baranti Kabupaten Sidrap. Sulawesi Selatan.

Penulis lulus Sekolah Dasar Negeri No. 5 Passeno Kecamatan Baranti pada tahun 1992, lulus Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama pada SMP Negeri 3 Passeno Kecamatan Baranti tahun 1995 dan lulus SMA Negeri 2 Pacarijang pada tahun 1998.

Pada tahun 1999 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin Ujung Pandang Jurusan Produksi Ternak.