

**PENGEMBANGAN PROBIOTIK DALAM STARTER YOGHURT  
DENGAN VARIASI JENIS DAN KONSENTRASI BAKTERI  
ASAM LAKTAT (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus  
bulgaricus* dan *Lactobacillus plantarum*)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS  
(SKRIPSI)**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk  
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata (S-1)

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Oleh :

Terima	Hadiah	Klass 659.1277 AKB P
Disetujui		
Pengantar		

**ERICK REAGAN MARGAYUDHA IRANA AKBAR**

**NIM. 001710101124**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2004**

Diterima Oleh :

Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

---

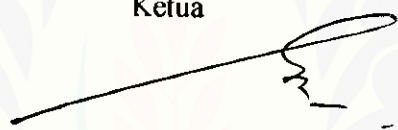
Dipertahankan pada :

Hari : Jumat

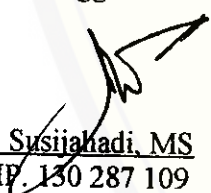
Tanggal : 30 Juli 2004

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember


Tim Penguji  
Ketua

  
Dr. Ir. Sony Suwasono, MApp.Sc.  
NIP. 131 832 332

Anggota I

  
Ir. Susijahadi, MS  
NIP. 130 287 109

Anggota II

  
Dr. Ir. Jayus  
NIP. 130 003 095



Mengesahkan  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

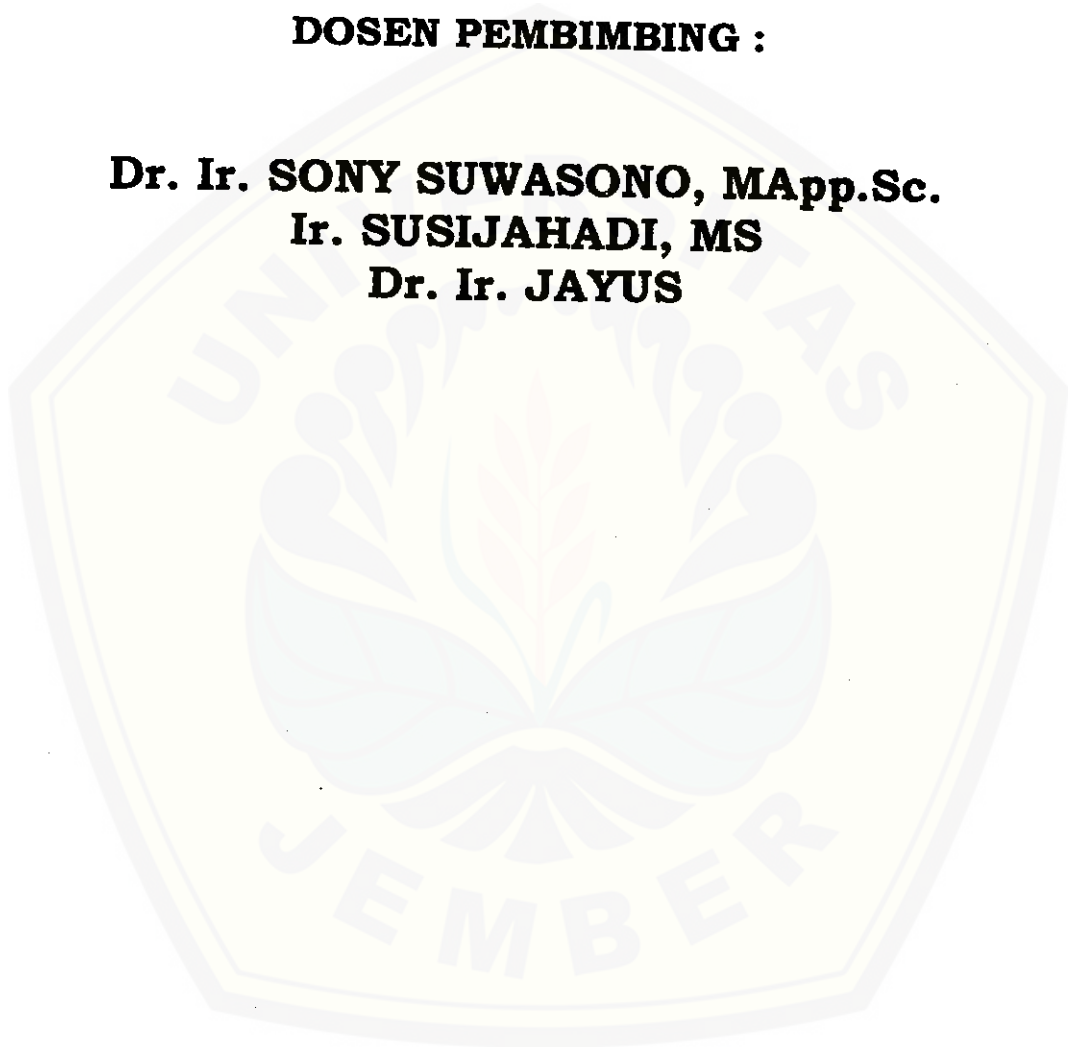
  
Sri Hartanti, MS  
NIP.130350763

**DOSEN PEMBIMBING :**

**Dr. Ir. SONY SUWASONO, MApp.Sc.**

**Ir. SUSIJAHADI, MS**

**Dr. Ir. JAYUS**



*Motto*

*Aku bersaksi bahwa tidak ada Tuhan yang patut disembah selain Allah  
Aku bersaksi bahwa Muhammad adalah Rasul Allah  
(Syahadatain)*

*Apa saja nikmat yang kamu peroleh adalah dari Allah, dan apa saja bencana yang menimpamu maka itu dari (kesalahan) dirimu sendiri  
(QS 4 : 79)*

*Ilmu bukanlah sesuatu yang diperoleh melalui proses belajar mengajar tetapi  
Ilmu adalah cahaya yang dicampakkan Tuhan ke dalam jiwa mereka yang dikehendak-Nya  
Jika kau engkau menghendaki ilmu wujudkan terlebih dahulu di dalam dirimu  
hakikat pengabdian kepada Allah yaitu  
Dengan tidak memastikan keberhasilan target, tetapi selalu mengaitkannya dengan kehendak Allah  
(Ja'far Al Shadiq)*

*Kesedihan adalah suatu penyakit jiwa yang terjadi karena hilangnya yang dicinta dan luputnya yang didamba  
Penawarnya tiada lain adalah ketabahan moral dan tawakal  
(al - Kindi)*

*Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia (akibatnya) amat baik bagimu dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia (akibatnya) amat buruk bagimu. Allah mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui  
(QS 2 : 216)*

*Jangan sekali-kali berkata menyangkut sesuatu,  
"Aku akan lakukan hal itu esok", kecuali dengan (berkata)  
Jika dikehendaki Allah  
(QS 18 : 23-24)*

*Jangan salahkan Allah bila doa tak dikabulkan dan jangan pula menggerutu atau jemu  
(Abdul Qadir Jailani)*

*Anyone who stops learning is old, wether at twenty or eighty  
Anyone who keeps learning stays young  
The greatest thing in life is to keep your mind young  
(Henry Ford)*

*This Script is Lovingly Dedicated to .....*

*Yaa Dzul Jalaali Wal Ikraam  
For an Abundant Blessing and Indescribable Miracles  
So That...  
I Was Being the One of Talented Person*

*Rahmatan lil 'Alamin Muhammad s.a.w  
The Big Prophet of ISLAM  
Shalawat & Greetings are always whispered  
In Every Breath that I Take*

*The Great Woman & Great Man Whom  
I Adore and Admire Both of You  
"Ibu Srie Wahyuni and Ayah Makkje Prayoga"  
I Found No Words to Express My Gratitudes  
No Worthy Words Can Compensate All of Your Sacrifices  
That Being Me Your Special Daughter  
Nothing Special that I Can Do  
To be Your Tremendous Treasure Only  
And Make You Proud of Me*

*My Beloved Brother & Sister  
Dhimas Hendrick Margaresesi Arafat  
Never Say Give Up Bro..!  
You Are so Special ..but You Never Realize it  
Wish U be a "Real Man" Someday*

*Qorina Aqidatul Islam  
You Are My Little Angel,  
Though We Are in a Tight Corner  
Promise You... We Will Buckle Down  
Wish U be a Marvelous Lady !*

*My Grand Pa  
Miss U So Much  
If I Could Turn Over the Time....*

*My Whole Big Family  
I'm so Lucky to be Part of You  
And Have all of You  
Je Tat Aim*

*My Will be "Zaujan"  
I Believe in Kalamullah that  
You Have Been Created To be My Destiry  
Pick Me Up in the Right RANDEZVOUS  
That Prepared for Us*

*The Great Almamater and My Nation, promise u I'll do My best*

*Jazakillahu Khairon Katsiro :*

Yuliana Astuti and Anis Fitriana for the lovely friendship, u r d'most wonderful friends thad I ever have N don't wanna lose both of U. I passed a lot of wonderful time, share my cheers and pain with you gals!

Windy Nurdiansyah & Wahyd Widyanto..my great team in "YOGURT"  
There was a big storm last night ....but  
Finally we can make it through d'rain guys !!  
Hope dad we'll be d'starbrighths in d'blue sky

Mr & Mrs. Sonny Suwasono, and beloved children (Irvan & Tasya)  
Mercy..for being me your student  
Open my mind up..and  
Take me 2 d'final of TeHaPe...I'm STp..right now Sir..!!

Mr. Susijahadi for d'best leading in writing the script  
Mr. Jayus....thanks for d'brainstorming..it's nice !  
Mr. Ida Bagus...cool discuss n thanks for hire me in "DASMEN"

Mbak Widie + Husband and beloved "Zakia"  
Thanks for d'tremendous experiences in "Mikro Lab"  
And for d'earliest fresh milk  
I beg u'r pardon if I ever be a naughty and stubborn  
assistance/praktikan

The coolest man "Pak Mien".... Be patient...!!!  
And thanks for nice day in Micro  
Mbak Ketut ....nice advice and  
Mbak Sari for d'sexy smile..cherry red FTP  
Mbak Wiem Ambawati...u r so groovy..You black me out by d'gozzip  
Mas Mistar thanks for d'knowledges n Mas Tazor thanks a lot  
Mas Dian ... Kumaha damang A'? thanks for brilliant books & crunchy  
discuss

D'Soul of Mine...Bojour elle...!!  
Mom Anis mercy 4 join me in IDENTIC, Julia' Uthie arigato "aka MC",  
Vitonx we are on d'way out and hold "Diro" tight! Nyit-nyit  
widespread d'branch, *Suhu Cole*....catch d'spirit of love, *BreQeli*  
u've got a nice jokes..but seems it's ridiculous! New entry Ajeng !  
Twin Ika and Reni keep a *tor-catoran*, Doc. Endah syukron 4 advices  
and free check up, Dentist Maria.. "Daun Muda Enaaakk Gurih Gila!!!  
Ummy Sulis..I'll be missing great discuss that we used to!



Siway..thanks 4 d'short time lecture..(good lecturer gals)..Utamie..go ahead euy! Evi..Rizka..Anjang keep-cute !

gReENy team include "TLG" Adi n "big bozz" Reza..Siwi..we thought that it wouldn't work..but we make it works now guys.. Never say give up..keep dreaming & Rock d'world by u'r dreams..!!

HIMAGIHASTA which motored by Mas Karel, Mas Yoyo' cadel, Mas Fredy "Cay-cay", Mas Suhe.., Mas Dimaz "dandy", Mas Widiarso "jaim", Mbak Nina.., Kulman, Yudo, Azhar, A'an (Al-J), D-dy, D-shy, Evi..,Subkhan imoets (it ..moetlak), Andrew sipit..,Hmmm good Job guys! Miss u all

The Acentors Mas Erfan Zulli, Mas Qomar, n Mas Harris Cimenx sie sie for the spirit and support 2 keep running HMJ..miss u much!!

P-Man..cayanx arigato to be the one I trusted since I saw u there, Sweety lpoel so'on be my lovely buddy..Dono matur nuwun for d'red MC and be good audience when I was sad or happy..be good boy 4 u'r lady! Shanti uh..huuh we passed busy day with "Cow & Milk" and remember d'bee sting

Female area....,

Luluk, Lani, Kiki, Fajri, Rika, Lushe, Tri, Wassutur, Nani+l'in, Nani+feeta, Devi+Naning, "@Mee" B\_wel, Ikavi, Mbak Dewi, Mak Yenny, Nisa, Wina, Windra, Dian, Mbak lilia, Mbak Yeti, Melix, Lady, Nugie, Ita And All ladies in THP- TEP I'll be missing u gals !

Male zone.....

Badra "Bohemian", Ivan O'neal, Herman wawa, Edo "yuke", Ryan "nugroz", Bom'bom, Deni "Blinker", Chries hey..hella good in music, keep groovy!!  
Toko, Ibnul, Che "Herry" Guevarra, Rahmat, Yuli "ember", Agus, Mas Fattah, Mas Adi J-punx, mas Rico, Mas Ogan, Mas Sunanto and All d'boys thanks a lot

Sigit your inspiration take me to "Batavia"...kota besar euy..!!  
Munir ..I wanna apologize .. I was in d'big city night when u were blacked out by d'storm! Sallute 4 you man !  
D'presidente "Iksan" syukron 4 calling me, you gave me pep talk and you have done me proud dud! When I was down in d'mouth..and Mercy for d'scholar view, wish it'll be pan out!!!

Dasmen..creative team..Yuz..Winda..Muchlis..Lady..n Devi...be good team next semester guys!!!



## Prakata

Sujud syukur penulis panjatkan kehadirat Sang Khaliq Allah S.W.T atas segala nikmat dan barokah yang selalu tercurah dalam setiap detik perputaran waktu sehingga dapat menyelesaikan penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini. Tak lupa salawat serta salam yang terus mengalir kepada panutan umat penjuru dunia Nabi Besar Muhammad s.a.w.yang telah menjadi penerang dan pemberi petunjuk seluruh umat akhir jaman sehingga selalu berada di dalam Dien Allah, Insya Allah.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu baik selama di lapang hingga proses penulisan laporan. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada :

1. Ir. Hj. Siti Hartanti, MS selaku Dekan FTP UNEJ
2. Ir. Susijahadi, MS selaku Ketua Jurusan THP FTP UNEJ
3. Dr. Ir. Sony Suwasono, MApp.Sc selaku Dosen Pembimbing Utama
4. Ir. Susijahadi, MS selaku Dosen Pembimbing Anggota I
5. Dr. Jayus, STP selaku Dosen Pembimbing Anggota II
6. Ir. Wiwik Siti Windarti, MP selaku Dosen Wali
7. Ir. Unus selaku Komisi Bimbingan
8. Seluruh Teknisi Laboratoium Fakultas Teknologi Pertanian UNEJ
9. Seluruh civitas akademika Fakultas Teknologi Pertanian UNEJ

Harapan penulis dari penulisan skripsi ini selain sebagai bentuk pertanggungjawaban dari seluruh kegiatan penelitian, diharapkan juga mampu memberikan kontribusi baik bagi pembaca, masyarakat umum juga civitas akademika, dan apabila ada saran, kritik dan masukan dari pembaca, penulis akan menerima dengan senang hati.

Jember, 21 Juli 2004

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
DAFTAR AKRONIM.....	xvii
RINGKASAN .....	xviii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Definisi Susu.....	5
2.2 Komposisi Susu .....	6
2.2.1 Lemak Susu.....	6
2.2.2 Protein Susu .....	7
2.2.3 Laktosa.....	8
2.2.4 Vitamin .....	8
2.2.5 Mineral.....	9

2.3 Karakteristik Susu.....	10
2.4 Penyebab Kerusakan Susu.....	10
2.5 Yoghurt.....	12
2.6 Manfaat Yoghurt.....	13
2.7 Kultur Starter Yoghurt.....	14
2.8 Aktivitas Kultur Starter.....	20
2.9 Proses Pembuatan Yoghurt.....	23
2.10 Bakteri Asam Laktat.....	24
2.11 Probiotik.....	27
2.12 Hipotesa.....	30
 <b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Bahan dan Alat.....	31
3.1.1 Bahan Penelitian.....	31
3.1.2 Alat Penelitian.....	31
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
3.3 Metode Penelitian.....	31
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	32
3.4.1 Pembuatan Starter.....	32
3.4.2 Pembuatan Yoghurt.....	33
3.5 Pengamatan.....	33
3.6 Prosedur Analisa Pengamatan.....	34
3.6.1 Total Mikroba (Metode Kerapatan Optik).....	34
3.6.2 Gula Reduksi.....	34
3.6.3 Total Asam.....	36
3.6.4 Nilai Derajat Keasaman (pH).....	36
3.6.5 Kadar Protein Terlarut.....	36
3.6.6 Warna (Derajat Putih).....	37
3.6.7 Uji Organoleptik.....	38
3.7 Uji efektifitas.....	38
3.8 Diagram Alir Pembuatan Yoghurt.....	39

<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Total Mikroba.....	40
4.2 Total Asam Laktat.....	43
4.3 Kadar Gula Reduksi.....	45
4.4 Kadar Protein Terlarut.....	47
4.5 Derajat Keasaman (pH).....	49
4.6 Warna.....	52
4.7 Uji Organoleptik.....	54
4.7.1 Uji Kesukaan Warna.....	54
4.7.2 Uji Kesukaan Aroma.....	55
4.7.3 Uji Kesukaan Keasaman.....	57
4.7.4 Uji Kesukaan Keseluruhan (Aroma, Warna, dan Keasaman).....	58
4.8 Uji Efektifitas.....	59
<b>V. PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>65</b>

DAFTAR TABEL

TABEL	HALAMAN
1. Komposisi Vitamin dalam Susu Sapi Segar.....	6
2. Komposisi Mineral dalam Susu Sapi Segar.....	9
3. Kandungan Gizi dalam tiap 100 gram yoghurt.....	14
4. Jenis Bakteri Asam Laktat Berdasarkan Hasil Metabolismenya.....	15
5. Klasifikasi Bakteri Berdasarkan Tingkatan Temperatur.....	19
6. Jenis Bakteriosin dari <i>Lactobacillus</i> .....	25
7. Jenis Spesies Bakteri yang Umum Digunakan sebagai Probiotik.....	28
8. Hasil Sidik Ragam Total Mikroba Yoghurt.....	41
9. Hasil Sidik Ragam Total Asam Laktat Yoghurt .....	44
10. Hasil Sidik Ragam Kadar Gula Reduksi Yoghurt.....	45
11. Hasil Sidik Ragam Kadar Protein Terlarut Yoghurt.....	47
12. Hasil Sidik Ragam Derajat Keasaman (pH) Yoghurt.....	50
13. Hasil Akhir Aktivitas Enzim dalam Proses Degradasi Biologis Senyawa Organik .....	52
14. Hasil Sidik Ragam Warna (Derajat Putih) Yoghurt.....	53
15. Hasil Sidik Ragam Uji Kesukaan Warna Yoghurt.....	55
16. Hasil Sidik Ragam Uji Kesukaan Aroma Yoghurt .....	55
17. Hasil Sidik Ragam Uji Kesukaan Keasaman Yoghurt.....	57
18. Hasil Sidik Ragam Uji Kesukaan Keseluruhan Yoghurt .....	58



## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	HALAMAN
1. Jalur Fermentasi Glukosa Homofermentatif (Glikolisis, Jalur EMP) .....	16
2. Jalur Fermentasi Glukosa Heterofermentatif (6-fosfoglukonat/fosfoketolase).....	17
3. Proses Pembentukan Asam Laktat dari Laktosa .....	18
4. Diagram Alir Proses Pembuatan Yoghurt.....	39
5. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Total Mikroba Yoghurt ....	40
6. Histogram Hubungan antara Rasio Starter dengan Total Mikroba Yoghurt.....	42
7. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Total Asam Laktat Yoghurt.....	43
8. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Gula Reduksi Yoghurt.....	46
9. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Protein Terlarut Yoghurt.....	48
10. Histogram Hubungan antara Rasio Starter dengan Kadar Protein Terlarut Yoghurt.....	49
11. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Derajat Keasaman (pH) Yoghurt.....	50
12. Histogram Hubungan antara Rasio Starter dengan Derajat Keasaman (pH) Yoghurt .....	51
13. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Warna Yoghurt.....	52
14. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Uji Kesukaan Warna Yoghurt.....	54
15. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Uji Kesukaan Aroma Yoghurt.....	56
16. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Uji Kesukaan Keasaman Yoghurt.....	58



17. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Uji Kesukaan Keseluruhan  
Yoghurt..... 58



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	HALAMAN
1. Kurva Standar Total Mikroba .....	65
2. Kurva Standar Gula Reduksi (DNS) .....	66
3. Data Pengamatan Total Mikroba Yoghurt .....	67
4. Data Pengamatan Total Asam Yoghurt .....	68
5. Data Pengamatan Kadar Protein Terlarut Yoghurt .....	69
6. Data Pengamatan Gula Reduksi Yoghurt .....	70
7. Data Pengamatan Derajat Keasaman (pH) Yoghurt .....	71
8. Data Pengamatan Warna Yoghurt .....	72
9. Data Uji Organoleptik Warna Yoghurt .....	73
10. Data Uji Organoleptik Aroma Yoghurt .....	74
11. Data Uji Organoleptik Keasaman Yoghurt .....	75
12. Data Uji Organoleptik Keseluruhan Yoghurt .....	76
13. Data Uji Efektifitas .....	77
14. Perhitungan Nilai Efektifitas .....	78
15. Data Perbandingan Jenis dan Konsentrasi Starter .....	79

### DAFTAR AKRONIM

1. CFU : Colony Forming Unit
2. DNA : Deoxyribo Nucleic Acid
3. DNS : Dinitrosalisilat acid
4. EMP : Embden Meyerhoff Pathway
5. FAO : Food Association Organization
6. FDA : Food Drugs Administration
7. NYA : The National Yoghurt Assosiation
8. OD : Optical Density
9. PP : Phenolphtalin
10. RAK : Rancangan Acak Kelompok
11. SNF : Solid Non Fat
12. SI : Standar Internasional
13. W : Whiteness



**Erick Reagan Margayudha Irena Akbar, NIM 001710101124, Pengembangan Probiotik Dalam Starter Yoghurt dengan Variasi Jenis dan Konsentrasi Bakteri Asam Laktat (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*), Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Dosen Pembimbing : Dr.Ir.Sony Suwasono, MApp.Sc. (DPU), Ir. Susijahadi, MS (DPA) dan Dr.Ir.Jayus (DPA II).**

## RINGKASAN

Mikroorganisme merupakan salah satu komponen penyusun sistem kesetimbangan dalam struktur kehidupan. Bakteri asam laktat merupakan salah satu contoh bakteri yang bermanfaat bagi kehidupan kita, jenis bakteri ini sering ditemui dalam mikroflora normal saluran gastrointestinal manusia. Keberadaan bakteri ini dalam mikroflora normal berfungsi untuk melawan bakteri pathogen. Bakteri yang sengaja ditumbuhkan untuk dikonsumsi sebagai pengganti koloni bakteri baik yang rusak dalam tubuh dikenal dengan istilah probiotik.

Pengembangan probiotik sering dilakukan dalam produk-produk susu, salah satunya adalah yoghurt. Yoghurt merupakan hasil olahan susu yang difermentasikan dengan menggunakan biakan bakteri asam laktat. Pembuatan yoghurt dalam penelitian ini menggunakan jenis bakteri asam laktat yang terdiri dari : *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Lactobacillus plantarum*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan jenis bakteri asam laktat dan konsentrasi starter dalam yoghurt. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Faktorial (RAK) dengan 2 faktor. Faktor A adalah konsentrasi starter (2%, 3%, 4%) dan faktor B adalah perbandingan jenis starter (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. plantarum*). Parameter yang diamati meliputi total mikroba, kadar gula reduksi, total asam, kadar protein terlarut, derajat keasaman (pH), warna (derajat putih), dan uji organoleptik yaitu tingkat kesukaan terhadap warna, aroma, keasaman, dan keseluruhan yoghurt.

Hasil Penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa pada perlakuan penambahan konsentrasi starter didapatkan hasil berbeda tidak nyata pada total mikroba, kadar gula reduksi, derajat keasaman, dan warna. Sedangkan pada total asam sangat berbeda nyata, dan kadar protein terlarut berbeda nyata. Pengaruh perlakuan perbandingan jenis starter menunjukkan hasil berbeda tidak nyata pada total asam, kadar protein terlarut, pH dan warna, sedangkan pada total mikroba dan kadar gula reduksi menunjukkan hasil berbeda nyata.

Hasil uji efektifitas terhadap seluruh perlakuan yang dilakukan menunjukkan bahwa perlakuan A3B3 merupakan perlakuan yang paling baik, dengan komposisi konsentrasi starter 4%, rasio jenis starter 35% *S. thermophilus*, 35% *L. bulgaricus*, 30% *L. plantarum*. Total mikroba yang dihasilkan mencapai  $4,09 \times 10^7$  sel/ml; kadar gula reduksi 10,54%; total asam 0.498%; kadar protein terlarut 2,16%; derajat keadasaman (pH) 5,28; warna 61,00%; skor kesukaan warna 3,2 (cukup suka); skor kesukaan aroma 2,7 (tidak suka); skor kesukaan keasaman 2,5 (tidak suka); skor kesukaan keseluruhan 2,7 (tidak suka)

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Mikroorganisme merupakan salah satu komponen penyusun sistem kesetimbangan dalam struktur kehidupan. Mikroorganisme memiliki peran yang sangat esensial dan beragam sesuai dengan fungsi hidupnya. Peranan mikroorganisme di alam selalu terkait dengan peranan organisme atau komponen lainnya baik itu yang dapat menimbulkan dampak positif maupun dampak negatif.

Bakteri merupakan salah satu dari mikroorganisme yang dapat memberikan peran negatif maupun positif bagi organisme lain, namun sayangnya banyak masyarakat yang masih belum mengenal sisi positif yang dapat disumbangkan oleh bakteri, meski pada dasarnya manusia telah berinteraksi dengan bakteri semenjak masih dalam kandungan, sehingga banyak yang mengabaikan peran dan keberadaannya.

Bakteri asam laktat merupakan salah satu contoh bakteri yang bermanfaat bagi kehidupan kita, jenis bakteri ini sering ditemui dalam mikroflora normal saluran gastrointestinal manusia, babi, unggas dan hewan pengerat yang dapat memberikan efek menguntungkan bagi kesehatan tubuh (Fuller, 1997).

Keberadaan bakteri ini dalam mikroflora normal berfungsi untuk melawan bakteri patogen, namun koloni bakteri tersebut dapat berkurang atau terganggu akibat hal-hal sebagai berikut; stres, sakit, penggunaan antibiotik, perubahan pola makan atau karena perubahan fisiologis sistem pencernaan sehingga diperlukan tambahan koloni baru untuk memperbaiki sistem pencernaan dan kesehatan tubuh kita (Macfarlane, 1998).

Bakteri menguntungkan yang sengaja ditumbuhkan untuk dikonsumsi sebagai pengganti koloni bakteri baik yang rusak dalam tubuh dikenal dengan istilah probiotik, sedangkan prebiotik adalah bahan pangan yang tidak dapat dicerna dan diserap dalam saluran gastrointestinal atau pencernaan (*non digestibel food*), yang dapat menstimulasi pertumbuhan bakteri probiotik dan memperbaiki kesehatan tubuh.

Yoghurt atau yang juga dikenal sebagai susu asam merupakan salah satu media baik bagi pengembangan probiotik bakteri asam laktat, selain karena memiliki nilai gizi yang tinggi, didalam susu sendiri juga terkandung bakteri asam laktat yang dapat mendegradasi laktosa menjadi asam laktat sehingga susu menjadi asam. Jenis bakteri asam laktat yang biasa digunakan dan berdasarkan standar yang diterbitkan oleh Badan Pangan dan Obat-obatan Amerika (FDA), adalah *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, namun juga dapat menggunakan jenis kultur bakteri hidup dan aktif (*Live and Active Culture*) lain yang aman dan sesuai dengan media pengembangannya (Anonim, 2004)

Kriteria lain yang harus dipenuhi dalam produksi yoghurt sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh *The National Yoghurt Association* (NYA) berkaitan dengan kultur hidup aktif adalah, dalam keadaan dingin (*refrigerated yoghurt*), yoghurt harus mengandung sedikitnya 100 juta kultur per gram pada saat dalam proses pengolahan, sedangkan dalam keadaan beku (*frozen*) harus mengandung minimal 10 juta kultur dalam tiap gram-nya (Anonim, 2004).

Untuk menghasilkan yoghurt, selama ini masih sering menggunakan dua jenis kultur atau bahkan satu jenis kultur hidup utamanya *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* yang tergolong dalam bakteri asam laktat. Oleh karena itu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan bakteri asam laktat lain khususnya *Lactobacillus plantarum* dalam produksi yoghurt. Penggunaan *L. plantarum* dalam pembuatan yoghurt diharapkan dapat berperan dalam menghasilkan bakteriosin, *plantaricin* yang berfungsi sebagai anti virus dalam saluran instestinal.

Guna mengetahui kualitas yoghurt yang dihasilkan maka produksi yoghurt dilakukan dengan variasi kombinasi jenis dan konsentrasi starter bakteri asam laktat. Adapun jenis bakteri yang digunakan adalah *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Lactobacillus plantarum*, sedangkan konsentrasi inokulum yang digunakan sebagai media starter adalah 2%, 3%, dan 4%.



## 1.2 Rumusan Masalah

Bakteri *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum* tergolong dalam bakteri asam laktat kategori termofilik yang dapat mendegradasi laktosa menjadi asam laktat.

*S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* merupakan kultur dasar yang sering digunakan dalam pembuatan yoghurt, dua bakteri ini jika digunakan bersama dalam produksi yoghurt akan menghasilkan total asam yang lebih tinggi dibandingkan jika digunakan secara terpisah. Peningkatan total mikroba akan berkorelasi dengan peningkatan total asam dan kadar protein terlarut. Pengaruh penambahan jenis bakteri asam laktat *L. plantarum* terhadap peningkatan total mikroba, total asam dan kadar protein terlarut yoghurt masih belum diketahui.

Oleh karena itu untuk mengetahui pengaruh penambahan jenis bakteri asam laktat terhadap peningkatan total asam, degradasi protein dan total mikroba dalam produksi yoghurt diperlukan pengembangan probiotik dalam starter yoghurt dengan variasi jenis dan konsentrasi bakteri asam laktat.

## 1.3 Tujuan Penelitian

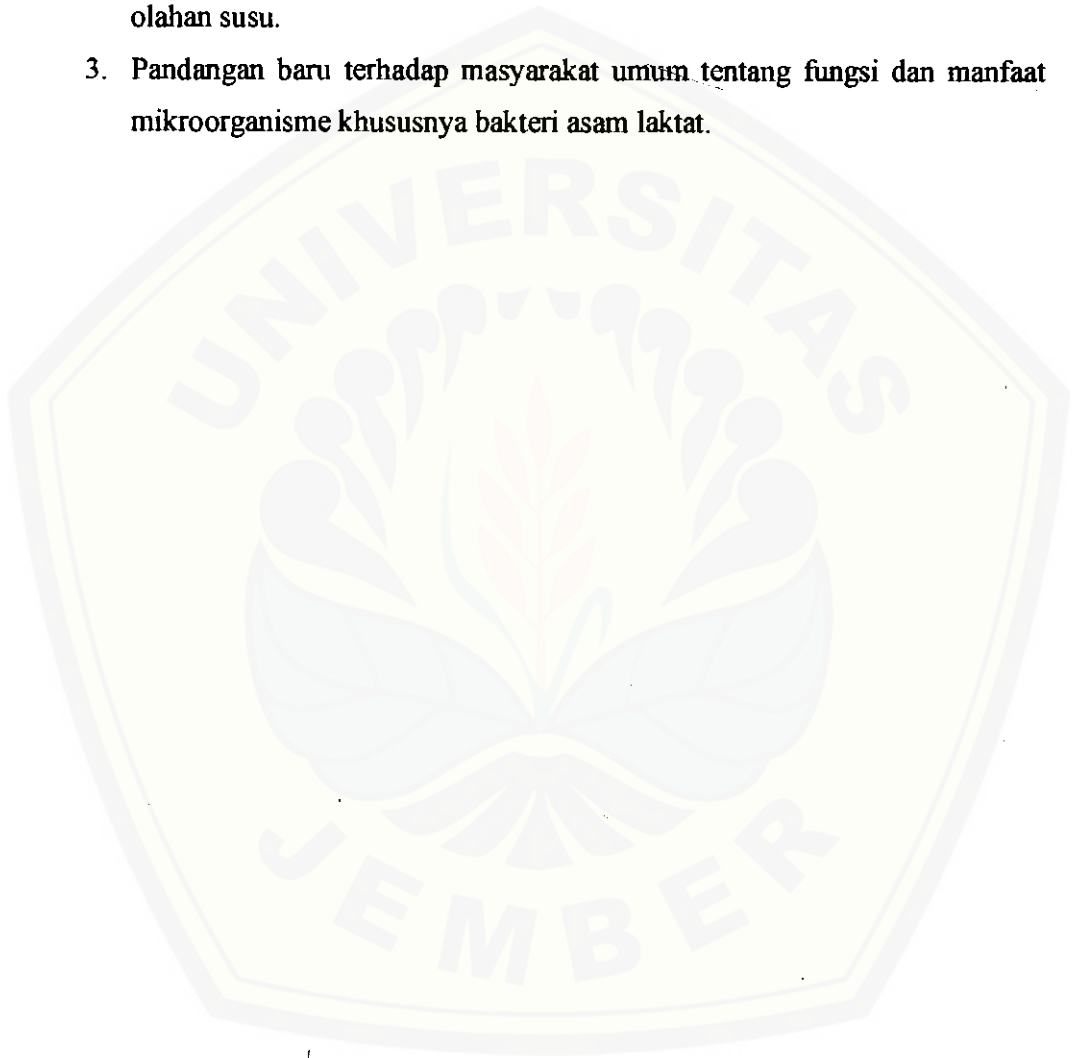
Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan, penelitian ini bertujuan :

1. Mengetahui pengaruh jumlah inokulasi jenis bakteri asam laktat dalam produksi yoghurt.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi starter dalam produksi yoghurt.
3. Mengetahui perlakuan yang paling efektif dalam pembuatan yoghurt

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan :

1. Informasi mengenai pengembangan probiotik dan manfaatnya dalam yoghurt.
2. Masukan terhadap dunia industri pangan dalam pengembangan produk olahan susu.
3. Pandangan baru terhadap masyarakat umum tentang fungsi dan manfaat mikroorganisme khususnya bakteri asam laktat.



## II. TINJUAN PUSTAKA

### 2.1. Definisi Susu

Susu adalah cairan berwarna putih yang disekresi oleh kelenjar mammae (ambing) pada binatang mamalia betina untuk bahan makanan dan sumber gizi bagi anaknya (Winarno, 1993).

Susu adalah suatu sekresi yang komposisinya sangat berbeda dari komposisi darah yang merupakan asal susu, misalnya lemak susu, kasein, laktosa yang disintesa oleh alveoli dalam ambing, tidak terdapat di tempat lain manapun dalam tubuh sapi. Sejumlah besar darah harus mengalir melalui alveoli dalam pembuatan susu yaitu sekitar 50 kg darah dibutuhkan untuk menghasilkan 30 L susu (Buckel, 1987).

Menurut Hadiwiyoto (1983), susu merupakan hasil pemerahan sapi atau hewan menyusui lainnya yang dapat dimakan atau dapat digunakan sebagai bahan makanan yang aman dan sehat serta tidak dikurangi komponen-komponennya atau ditambah bahan-bahan lain. Adapun hewan-hewan yang susunya digunakan sebagai bahan makanan adalah sapi perah, kerbau, unta, kambing perah (kambing etawa) dan domba. Berbagai sapi perah ditenakkan untuk diperah susunya antara lain adalah Ayrshire, Brown Swiss, Guernsey, Zebu, Sapi Grati, Fries Holland dan turunannya.

Susu diperoleh dari hasil sekresi normal kelenjar susu pada hewan sehat secara teratur dan sekaligus. Susu merupakan cairan berbentuk koloidal agak kental yang berwarna putih sampai kekuningan tergantung jenis hewan, makanan dan jumlah susu. Apabila dalam volume yang agak besar, susu tampak sebagai cairan berwarna putih atau kuning padat (*opaque*), namun bila dalam suatu lapisan yang tipis (volumenya sedikit) akan tampak transparan. Pemisahan lemak susu menyebabkan warnanya agak kebiruan (Syarief dan Irawati, 1988).

## 2.2 Komposisi Susu

Susu merupakan makanan alami yang sangat kaya akan nutrisi, pada dasarnya komposisi susu terdiri atas 87,3 % air (berkisar antara 85,5 % - 88,7%), 3,9 % lemak susu /milk fat (berkisar antara 2,4 % - 5,5 %), dan 8,8 % padatan bukan lemak / *solid non fat* (SNF) berkisar antara 7,9% - 10,0 % yang tersusun atas protein 3,25 % (3/4 kasein); laktosa 4,6 %; mineral 0,65 % - Ca, P, sitrat, Mg, K, Na, Zn, Cl, Fe, Cu, sulfat, bikarbonat dan sebagainya, enzim peroksidase, katalase, phosphatase, lipase; gas – oksigen, nitrogen; vitamin – A, C, D, thiamin, riboflavin, dan sebagainya (komposisi vitamin susu dapat dilihat pada Tabel 1).

**Tabel 1. Komposisi Vitamin dalam Susu Segar**

Vitamin	Kandungan / Liter
A (µg)	400
D (IU)	40
E (µg)	1000
K (µg)	50
B1 (µg)	450
B2 (µg)	1750
Niacin (µg)	900
B6 (µg)	500
Asam Pantotenat (µg)	3500
Biotin (µg)	35
Asam Folat (µg)	55
C (µg)	20

Sumber : Anonim (2003)

Komposisi susu apabila dilakukan pemisahan susu dapat dikategorikan menjadi empat yaitu plasma yang tersusun atas susu dan lemak (*skim milk*), serum yang tersusun atas plasma dan kasein (*whey*), *solid non fat* (SNF) yang tersusun atas protein, laktosa, mineral, asam, enzim, vitamin, dan total padatan susu yang tersusun atas lemak (*fat*) dan padatan bukan lemak (*Solid Non Fat*).

### 2.2.1 Lemak Susu (*Milk Fat*)

Lemak atau lipid terdapat di dalam susu dalam bentuk jutaan bola kecil yang bergaris tengah 1 – 20 mikron dengan garis tengah rata-rata 3 mikron. Biasanya terdapat kira-kira  $1 \times 10^9$  butiran lemak dalam setiap mililiter susu. Butiran-butiran ini biasanya mempunyai daerah lemak dalam setiap mililiter susu, butiran-

butiran ini mempertahankan keutuhannya karena, pertama tegangan permukaan yang disebabkan oleh ukurannya yang kecil dan kedua karena adanya suatu lapisan tipis atau membran yang membungkus butiran tersebut, yang terdiri dari protein dan fosfolipid. Pembungkusan tipis ini mencegah butiran lemak untuk bergabung dan membentuk butiran yang lebih besar (Buckle, 1987).

Lemak susu merupakan hal yang sangat penting dari segi ekonomis karena penjualan susu akan bernilai tinggi jika kandungan lemaknya juga tinggi. Lemak susu yang utama disebut trigliserida yang terdiri ikatan gliserol yang terikat pada tiga asam lemak yang berbeda. Asam lemak tersebut tersusun atas rantai hidrokarbon dan gugus karboksil. Asam lemak yang sering ditemui dalam susu dapat berupa asam lemak rantai panjang dan rantai pendek. Asam lemak rantai panjang meliputi  $C_{14}$  – miristat 11 %,  $C_{16}$  – palmitat 26 %,  $C_{18}$  – stearat 10 %, dan  $C_{18:1}$  – oleat 20 %. Sedangkan asam lemak rantai pendek (11%) meliputi asam lemak dengan rumus kimia  $C_4$  – butirrat,  $C_6$  – kaproat,  $C_8$  – kaprilat,  $C_{10}$  – kaprat

Jumlah trigliserida dalam lemak susu mencapai 98,3 % yang tersebar pada rantai trigliserida, dan phospholipid sekitar 0,8 % yang berikatan dengan membran globula lemak, dan kolesterol sekitar 0,3 % yang berada pada inti globula lemak. Sisanya merupakan mono-digliserida dan asam lemak bebas yang sangat sedikit jumlahnya (Anonim, 2003).

### 2.2.2 Protein Susu

Protein susu terbagi menjadi dua kelompok utama yaitu kasein yang dapat diendapkan oleh asam dan enzim renin, dan protein whey yang dapat mengalami denaturasi oleh panas pada suhu kira-kira  $65^{\circ}C$ .

Kasein yang terdapat dalam susu membentuk partikel yang mempunyai muatan listrik dan diselubungi mantel air; menggumpal jika ditambahkan asam pekat, enzim proteolitik, alkohol pekat, atau dengan pemanasan. Protein lainnya adalah albumin yang terkoagulasi oleh panas (Syarief & Irawati, 1988).

Kasein merupakan campuran zat kimia yang sangat kompleks, atau disebut juga phosphoprotein karena mengandung phosphor. Beberapa komponen kasein

adalah alpha, beta, dan kappa. Kasein yang terkombinasi membentuk *micelle* yang terdispersi secara koloidal dalam media air (Bennion, 1980).

Menurut Gaman (1994), menyatakan bahwa protein susu terdispersi secara koloid dalam fase air. Protein terpenting adalah kaseinogen dan protein air dadih, laktalbumin, laktoglobulin. Selama proses pencernaan kaseinogen diubah oleh enzim renin menjadi bentuk terkoagulasi yang disebut kasein.

### 2.2.3 Laktosa

Laktosa merupakan disakarida yang tersusun atas glukosa dan galaktosa. Fungsi utama dari laktosa adalah dapat digunakan sebagai substrat pada fermentasi. Pada saat fermentasi laktosa akan diubah oleh bakteri asam laktat membentuk asam laktat (Anonim, 2003). Laktosa tidak semanis gula tebu dan mempunyai daya larut hanya sekitar 20% pada suhu kamar. Laktosa ini akan mengendap dari larutan sebagai kristal yang keras seperti pasir, oleh karena itu harus dijaga jangan sampai kristal-kristal ini terbentuk pada pembuatan es krim dan susu kental (Buckle, 1987).

### 2.2.4 Vitamin

Dalam susu terkandung dua golongan vitamin, yang pertama adalah vitamin yang larut dalam lemak yaitu vitamin A, D, E, dan K. Vitamin A merupakan derivat dari retinol dan beta-karoten. Selain vitamin tersebut juga terdapat beberapa vitamin yang larut dalam air, antara lain adalah vitamin B<sub>1</sub> – thiamin, vitamin B<sub>6</sub> – piridoksin, vitamin B<sub>2</sub> – riboflavin, vitamin B<sub>12</sub> – sianokobalamin, niacin, asam pantotenat.

Dalam susu segar juga ditemui Vitamin C dalam jumlah yang sedikit namun sangat tidak tahan panas dan mudah rusak akibat pasteurisasi. Komposisi vitamin-vitamin pada susu dapat dilihat pada Tabel 1 (Anonim, 2003).

Selain vitamin, dalam susu juga terdapat pigmen, pigmen ini berada dalam vitamin-vitamin tersebut. Pigmen riboflavin yang larut dalam air berasal dari laktoflavin sedangkan pigmen karoten larut dalam lemak. Riboflavin memberikan



warna hijau kekuningan sedangkan karoten memberi warna kuning susu (Syarief & Irawati, 1988).

### 2.2.5 Mineral

Di dalam susu ternyata juga mengandung mineral yang lengkap, terdapat sekitar 22 jenis mineral sangat esensial bagi kesehatan tubuh. Jumlah dan jenis mineral yang terkandung dalam susu dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Komposisi mineral dalam susu**

Jenis Mineral	Kandungan / Liter
Sodium (mg)	350 - 900
Potassium (mg)	1100 - 1700
Clorida (mg)	900 - 1100
Calcium (mg)	1100 - 1300
Magnesium (mg)	90 - 140
Phosphor (mg)	900 - 1000
Besi (µg)	300 - 600
Seng (µg)	2000 - 6000
Tembaga (µg)	100 - 600
Mangan (µg)	20 - 50
Florida (µg)	30 - 220
Selenium (µg)	24593
Cobalt (µg)	0.5 - 1,3
Chromium (µg)	13-Aug
Molybdenum (µg)	18 - 120
Nikel (µg)	0 - 50
Silikon (µg)	750 - 7000
Vanadium (µg)	tr - 320
Tin (µg)	40 - 500
Arsenic (µg)	20 - 60

Sumber : Anonim (2003)

### 2.3 Karakteristik Susu

Susu merupakan cairan berbentuk koloid agak kental yang berwarna putih sampai kuning. Walaupun tanpa ditambahkan sesuatu apapun, rasa susu sedikit manis dengan aroma agak harum serta berbau khas susu. Berat jenis susu lebih

besar dari berat jenis air yaitu sekitar 1,027 – 1,085, titik beku susu berkisar antara  $-0,55^{\circ}\text{C}$  sampai  $-0,61^{\circ}\text{C}$  dan titik didihnya  $100,17^{\circ}\text{C}$  dengan derajat keasaman berkisar antara 0,15 – 0,16 % (Syarief & Irawati, 1988).

Buckle (1988) menyatakan bahwa kenampakan susu bervariasi antara 1,026 – 1,032 pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$ . pH susu segar berkisar antara 6,6 – 6,7, susu mempunyai warna putih kebiru-biruan sampai kuning kecoklat-coklatan. Warna putih pada susu akibat penyebaran butiran-butiran koloid lemak, kalsium kaseinat, kalsium fosfat, sedangkan yang memberi warna kuning adalah karoten dan riboflavin. Rasa manis pada susu berasal dari laktosa sedangkan rasa asin berasal dari klorida, sitrat, dan garam-garam mineral lainnya.

Kerapatan susu segar sangat bervariasi berkisar antara 1,027 – 1,033 pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$ . Titik beku biasanya berkisar antara  $-0,512^{\circ}\text{C}$  sampai  $-0,55^{\circ}\text{C}$ , namun rata-rata titik beku adalah  $-0,522^{\circ}\text{C}$ . pH susu pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$  berkisar antara 6,5 – 6,7 (Anonim, 2003).

#### 2.4 Penyebab Kerusakan Susu

Susu merupakan bahan pangan yang mudah rusak karena terkontaminasi oleh bakteri-bakteri pembusuk. Kontaminasi bakteri-bakteri patogen dapat melalui cara-cara seperti berikut:

1. susu yang berasal dari sapi perah yang menderita infeksi, infeksi sering disebabkan oleh bakteri *Brucella*, *Mycobacterium*, dan *Coxiella burnetti*.
2. sapi perah terkontaminasi pada sekitar ambing secara langsung oleh manusia misal kontaminasi *Streptococci* dan *Stapilococci*.
3. susu terkontaminasi oleh bakteri patogen yang tidak berasal dari sapihnya, yaitu setelah pemerahan. (misal : *S. Typhi*, *C. diphtheria* atau *S. Pyogenes*) (Supardi dan Sukamto, 1999).

Kerusakan susu ditandai dengan terciumnya bau dan rasa asam karena aktivitas bakteri pembentuk asam laktat, terbentuk lendir yaitu jika susu disentuh dengan jari dan kemudian diangkat akan tampak seperti benang, tanda kerusakan

lainnya adalah terbentuknya bau tengik, bau ragi pahit, busuk, dan terkadang terjadi perubahan perubahan warna menjadi kemerahan (Purnawijayanti, 2001).

Susu pada awal sekresi merupakan produk yang steril namun setelah keluar susu akan mudah terkontaminasi oleh bakteri. Ada beberapa kelompok bakteri yang sering ditemui pada susu segar diantaranya adalah :

a. Bakteri Asam Laktat

Bakteri ini mampu memfermentasikan laktosa menjadi asam laktat yang secara normal berada pada susu bahkan sering digunakan sebagai kultur starter pada pembuatan yoghurt. Bakteri asam laktat terbagi menjadi beberapa golongan, tiga diantaranya adalah *Lactococci* (*L. delbrueckii* subsp. *lactis* (*Streptococcus lactis*) dan *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (*Streptococcus cremoris*)); *Lactobacilli* (*Lactobacillus casei*, *L. delbrueckii* subsp. *lactis* (*Lactobacillus lactis*) dan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (*Lactobacillus bulgaricus*)) dan *Leuconostoc*.

b. Koliform

Koliform merupakan bakteri anaerob fakultatif dengan suhu pertumbuhan optimum 37° C. Adanya bakteri ini dapat digunakan sebagai tanda adanya mikroorganisme patogen. Selain itu bakteri jenis ini dapat mempercepat kerusakan susu karena bakteri tersebut dapat memfermentasi laktosa dengan memproduksi asam dan gas, juga mampu mendegradasi protein susu. Contoh dari bakteri ini adalah *Escherichia coli*

Di dalam susu segar juga terdapat mikroorganisme perusak yang tergolong organisme *psychrotropic* namun organisme ini biasanya mati akibat proses pasteurisasi, contohnya adalah *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas fragi* yang dapat memproduksi enzim ekstraseluler proteolitik dan lipolitik. Disamping mikroorganisme perusak juga terdapat mikroorganisme patogen diantaranya adalah golongan *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella spp*, *E- coli O<sub>157</sub>: H<sub>7</sub>* dan *Campylobacter jejuni* (Anonim, 2003).

## 2.5 Yoghurt

Yoghurt adalah produk susu yang mengalami proses fermentasi, pembuatannya telah berevolusi dari pengalaman beberapa abad yang lalu dengan membiarkan susu yang tercemar secara alami menjadi masam pada suhu panas, mungkin sekitar 40°C – 50°C (Buckle, 1987).

Yoghurt merupakan salah satu produk olahan yang berupa pudding hasil koagulasi protein. Yoghurt diperoleh dengan cara memfermentasikan susu dengan menggunakan biakan *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* (Rukmana, 2001).

Yoghurt adalah makanan yang diproduksi dengan memfermentasi susu dengan kultur bakteri asam laktat dan harus mengandung minimal 10<sup>7</sup> CFU/g bakteri hidup didalamnya. Berdasarkan standar FDA yang harus dipenuhi dalam pembuatan yoghurt adalah mengandung total mikroba hidup minimal 10<sup>7</sup> Colony Forming Units (CFU) per gram, nilai pH 4,6 atau dibawahnya, dan apabila dilakukan penambahan zat selain susu (bahan pencampur) harus kurang dari 51% dari padatan susu (Lake, 2004).

Menurut Goldberg (1991), yoghurt terbuat dari susu yang difermentasi oleh bakteri termofilik gram positif *S. thermophilus* dan *L. delbrueckii* subsp *bulgaricus*. Pada akhir fermentasi, ketika starter telah mencapai tingkat keasaman tertentu, yoghurt didinginkan untuk mencegah pertumbuhan bakteri lebih lanjut, tapi meskipun berada pada suhu rendah, organisme tersebut masih terus-menerus memproduksi asam, hingga batas masa hidup produk.

Yoghurt diproduksi dengan cara mengkontrol proses fermentasi susu dengan menggunakan dua spesies bakteri (*Lactobacillus sp.* dan *Streptococcus sp.*). Gula yang terdapat dalam susu, laktosa, difermentasi menjadi asam laktat membentuk curd/pudding yang memiliki karakteristik tertentu, asam yang dihasilkan berfungsi dalam membatasi pertumbuhan bakteri beracun dan perusak pada makanan. Susu merupakan sumber potensial penyebab terjadinya kerusakan makanan dan hanya memiliki umur simpan (*shelf life*) beberapa hari, sedangkan yoghurt lebih aman dan dapat disimpan lebih dari 10 hari, dibawah kondisi penyimpanan tertentu (Anonim, 2004).

## 2.6 Manfaat Yoghurt

Pada tahun 1908, Elie Metchnikoff, peraih nobel Laureate menyatakan bahwa mengkonsumsi susu yang difermentasikan dengan *Lactobacilli* akan memperpanjang masa hidup orang tersebut (Goldberg, 1999).

Di Jepang dan sebagian besar negara di dataran Eropa, yoghurt dengan kandungan bakteri asam laktat telah menjadi trend konsumsi masyarakatnya karena memiliki banyak manfaat menguntungkan bagi kesehatan yaitu : 1) meningkatkan hasil penyerapan laktosa, 2) mengontrol bakteri intestinal pathogen, 3) menurunkan serum kolesterol, 4) memiliki efek menghambat perkembangan tumor, 5) menstimulasi sistem immune dan 6) mampu menginaktifkan beberapa komponen toksik (Goldberg, 1991).

Menurut Fuller (1997), telah banyak peneliti yang mengklaim bahwa yoghurt sangat baik bagi kesehatan, terutama untuk memperbaiki saluran pencernaan, meningkatkan penyerapan laktosa bagi penderita *lactose intolerance*, dan menyembuhkan diare.

Yoghurt yang paling baik dikonsumsi dan memberikan efek menguntungkan bagi kesehatan adalah yoghurt yang memiliki atau mengandung kultur bakteri hidup yang aktif, sebab untuk mendapatkan manfaat kesehatan yang dihasilkan oleh bakteri tersebut, harus dalam keadaan hidup dalam produk yang akan dikonsumsi (Anonim, 2004).

Yoghurt merupakan produk dari fermentasi susu. Komponen gizi yoghurt sebanding dengan komposisi gizi susu. Komponen kimia yoghurt dapat dilihat pada Tabel 3. Secara umum nilai gizi yoghurt lebih tinggi dari susu segar, kenaikan nilai gizi ini dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu karena adanya penambahan bahan tertentu yang sengaja ditambahkan. Di samping itu, selama proses fermentasi terjadi pemecahan senyawa-senyawa kompleks dalam susu menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga mudah dicerna. Kalsium dalam yoghurt juga lebih mudah diserap oleh tubuh.



**Tabel 3. Kandungan Gizi dalam tiap 100 gram Yoghurt**

Kandungan Gizi	Proporsi (banyaknya)
Kalori (kal)	52,00
Protein (g)	3,30
Lemak (g)	2,50
Karbohidrat (g)	4,00
Kalsium (mg)	120,00
Fosfor (mg)	90,00
Zat besi (mg)	0,10
Vitamin A (SI)	73,00
Vitamin B1 (mg)	0,05
Air (g)	88,00

Sumber: Direktorat Gizi Depkes RI (1981)  
dalam Rukmana (2001)

### 2.7 Kultur Starter Yoghurt

Biakan starter adalah jenis mikroorganisme tertentu yang digunakan dalam memproduksi hasil olahan susu seperti yoghurt dan keju. Biakan starter dapat menciptakan karakter tertentu pada fermentasi yang lebih terkontrol dan dapat ditentukan. Fungsi awal dari starter bakteri asam laktat adalah memproduksi asam laktat dari laktose, sedangkan fungsi lainnya adalah memproduksi flavor, aroma dan alkohol, bersifat proteolitik dan lipolitik, menghambat organisme yang tidak diinginkan (Anonim, 2004). Berdasarkan hasil metabolismenya bakteri asam laktat dikelompokkan menjadi dua yaitu golongan bakteri homofermentatif dan heterofermentatif. Bakteri yang tergolong dalam homofermentatif dapat memproduksi 85% lebih banyak asam laktat sebagai produk akhirnya, yang termasuk dalam golongan ini antara lain adalah *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus leichmannii* dan *Lactobacillus acidophilus*. Sedangkan yang tergolong dalam heterofermentatif hanya mampu memproduksi kurang lebih 50% asam laktat, namun juga mampu menghasilkan karbon dioksida, asam asetat dan

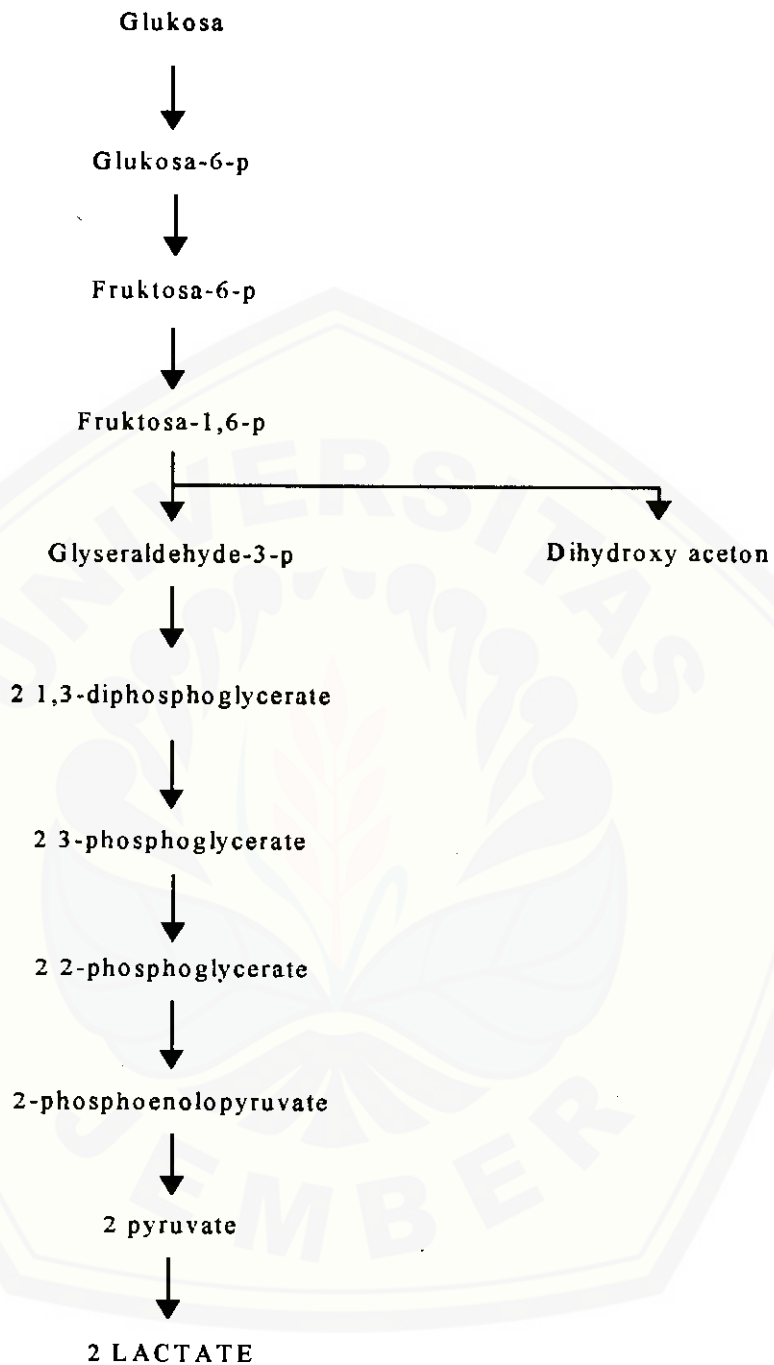


ethanol, yang termasuk dalam golongan ini antara lain adalah *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus brevis* dan *Lactobacillus buchneri*. Berikut disajikan beberapa jenis bakteri asam laktat berdasarkan golongan hasil metabolismenya pada Tabel 4. Jalur fermentasi glukosa menjadi asam laktat secara homofermentatif disajikan pada Gambar 1, sedangkan fermentasi asam laktat secara heterofermentatif disajikan pada Gambar 2, sedangkan proses pembentukan asam laktat dari laktosa dapat dilihat pada Gambar 3.

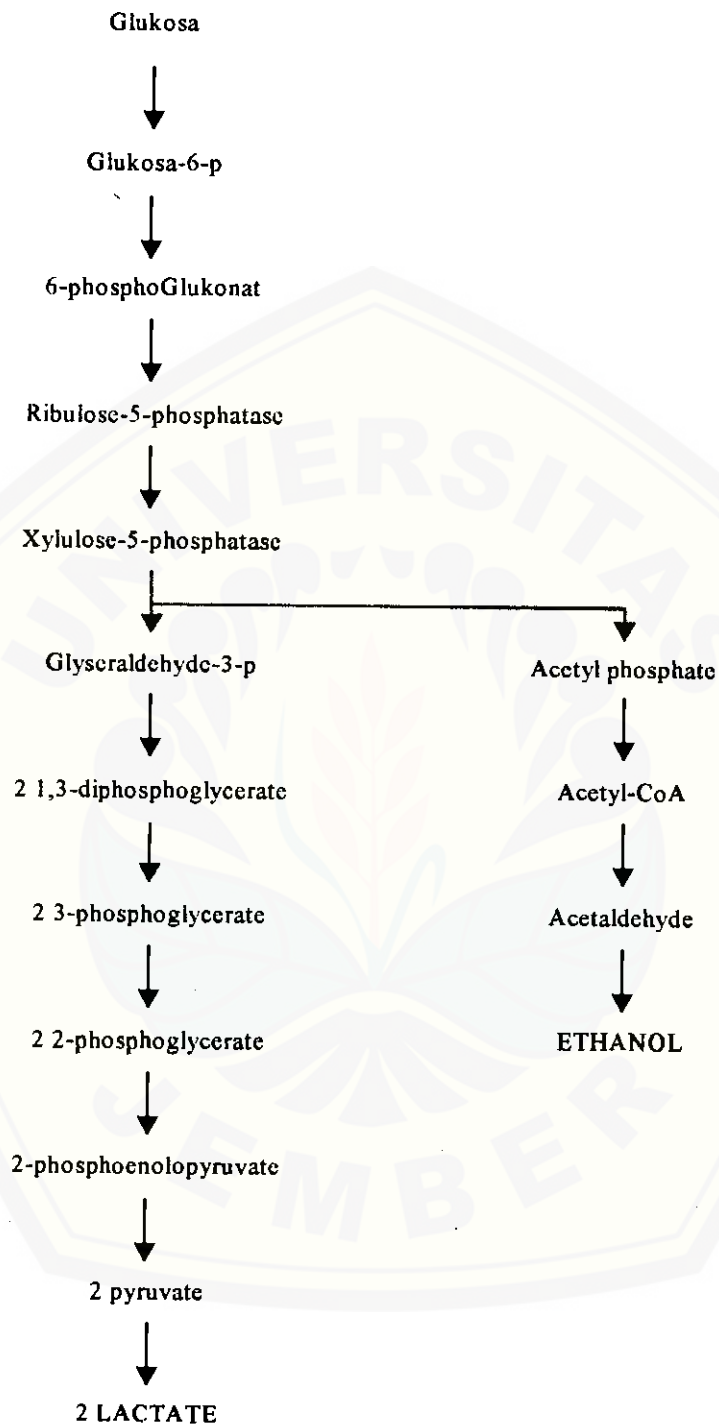
**Tabel 4. Jenis Bakteri Asam Laktat Berdasarkan Hasil Metabolismenya**

Homofermenter	Facultatif homofermenter	Obligat heterofermenter
<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Lactobacillus bavaricus</i>	<i>Lactobacillus brevis</i>
<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Lactobacillus buchneri</i>
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Lactobacillus coryniformis</i>	<i>Lactobacillus cellobiosus</i>
<i>Lactobacillus lactis</i>	<i>Lactobacillus curvatus</i>	<i>Lactobacillus confusus</i>
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Lactobacillus coprophilus</i>
<i>Lactobacillus leichmannii</i>	<i>Lactobacillus sake</i>	<i>Lactobacillus fermentatum</i>
<i>Lactobacillus salivarius</i>		<i>Lactobacillus sanfrancisco</i>
<i>Streptococcus bovis</i>		<i>Leuconostoc dextranicum</i>
<i>Streptococcus thermophilus</i>		<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
<i>Pediococcus acidilactici</i>		<i>Leuconostoc paramesenteroides</i>
<i>Pediococcus damnosus</i>		
<i>Pediococcus pentococcus</i>		

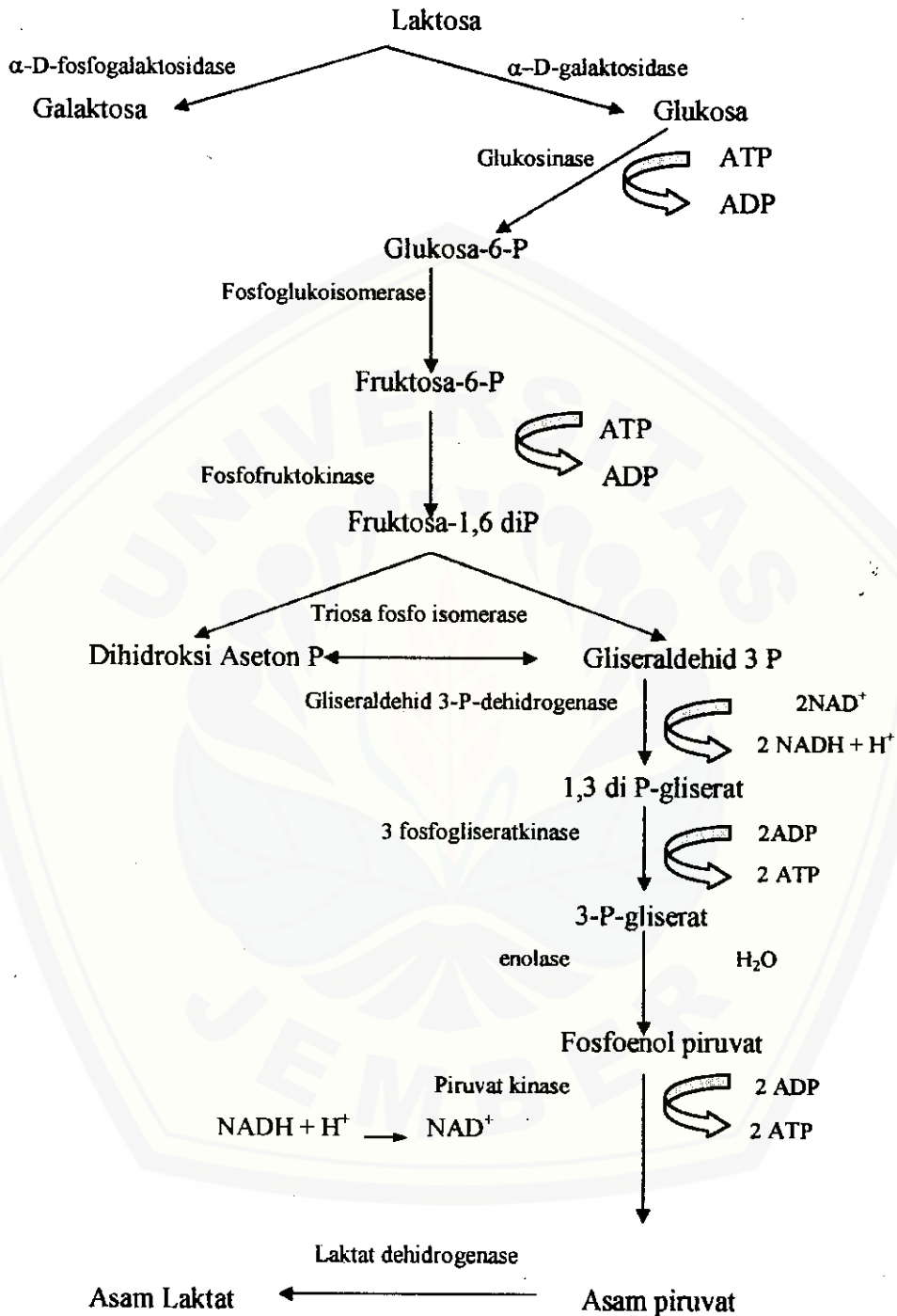
Sumber : Beuchat (1995) dalam Battcock (1998)



**Gambar 1. Jalur Fermentasi Glukosa Homofermentatif (Glikolisis, Jalur Embden Meyerhoff Pathway)**



**Gambar 2. Jalur Fermentasi Glukosa Heterofermentatif (6-fosfogluconat/fosfoketolase)**



Gambar 3. Proses Pembentukan Asam Laktat dari Laktosa (Tamime dan Deeth, 1980 dalam Rahayu dan Sudarmadji, 1989).

Starter yang sering digunakan dalam produk-produk susu dibedakan menjadi dua yaitu; 1) biakan mesophilik, yang dapat tumbuh pada suhu  $10^{\circ}$  –  $40^{\circ}$  C dan mencapai optimum pada suhu  $30^{\circ}$ C, 2) biakan thermophilik, yang dapat tumbuh optimum pada suhu antara  $40^{\circ}$  dan  $50^{\circ}$  C, klasifikasi bakteri berdasarkan tingkatan temperatur disajikan pada Tabel 5. Starter mesophilik menyebabkan terjadinya pembentukan asam dan aroma, biasa digunakan dalam pembuatan berbagai jenis keju. Starter thermophilik biasa digunakan dalam pembuatan yoghurt dan beberapa macam keju dengan pemasakan temperatur tinggi. *Lactococcus lactis subsp cremoris*, *Lactococcus delbrueckii subsp lactis*, *Lactococcus lactis subsp lactis biovar diacetylactis leuconostoc mesenteroides subsp cremoris* merupakan jenis bakteri mesophilik, sedangkan yang termasuk bakteri thermophilik adalah *Streptococcus salivarius, subsp thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus, L. lactis, L. helveticus, L. plantarum* (Salminen, 1998).

**Tabel 5. Klasifikasi Bakteri berdasarkan Tingkatan Temperatur**

Tipe bakteri	Temperatur yang Dibutuhkan ( $^{\circ}$ C)			Sumber Bakteri
	Minimum	Optimum	Maksimum	
Psychrophilic	0 - 5	15 - 20	30	Air dan Makanan Beku
Mesophilic	10 - 25	30 - 40	35 - 50	Bakteri patogenik dan non patogenik
Thermophilic	25 - 45	50 - 55	70 - 90	Bakteri pembentuk spora dari tanah dan air

Sumber : Mounthey dan Gould (1988) dalam Battcock (1998)

Biakan starter biasanya terdiri dari spesies yang berbeda atau beberapa strain dari spesies tunggal. Perbedaan komposisi starter dapat dibedakan menjadi *Single Strain Starter* yaitu kultur starter yang terdiri satu strain dari spesies tertentu, *Multiple Strain Starter* yang berasal dari starter berbeda yang diketahui, namun dari satu spesies, *Multiple Mixed Strain Starter* yang berasal dari strain dan spesies yang berbeda, *Raw Mixed Strain Starter* yang berasal dari spesies dan strain yang tidak diketahui identitasnya (Salminen, 1998).

Menurut Cambell dalam Bagiasta (1984), perbandingan yang baik adalah 1:1, hal ini untuk membentuk cita rasa yang diharapkan. Apabila *Lactobacillus bulgaricus* tumbuh lebih kuat maka akan terbentuk flavour yang keras, karena sifat bakteri ini dalam fermentasi menghasilkan asam laktat dan zat volatil. Pada yoghurt akan kekurangan flavour apabila terjadi inaktivasi *Lactobacillus bulgaricus*.

Kultur yoghurt bersifat proteolitik, sehingga selama proses fermentasi terjadi kenaikan jumlah protein terlarut, yang dapat membantu pembentukan flavour dan pembentukan struktur yoghurt. Aktivitas dari *Lactobacillus bulgaricus* lebih tinggi dibandingkan dengan *Streptococcus thermophilus*. Selain aktivitas proteolitik, kultur yoghurt juga mempunyai aktivitas lipolitik walaupun hanya rendah, yang dapat menyebabkan kenaikan jumlah asam-asam lemak bebas selama penyimpanan (Rahayu dan Sudarmadji, 1989).

## 2.8 Aktivitas Kultur Starter

Prinsip pembuatan yoghurt adalah fermentasi susu dengan menggunakan bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Kedua macam bakteri tersebut akan menguraikan laktosa (gula susu) menjadi asam laktat dan berbagai komponen aroma dan cita rasa. *Lactobacillus bulgaricus* lebih berperan pada pembentukan aroma sedangkan *Streptococcus thermophilus* lebih berperan pada pembentukan cita rasa yoghurt. Yoghurt yang baik mempunyai total asam laktat sekitar 0,85–0,95%. Sementara derajat keasaman (pH) yang sebaiknya dicapai yoghurt adalah 4,5 (Apriadi, 2002).

Komponen susu yang paling berperan dalam pembuatan yoghurt adalah laktosa dan kasein. Laktosa digunakan sebagai sumber energi dan karbon selama pertumbuhan biakan yoghurt, yang akan menghasilkan asam laktat. Terbentuknya asam laktat dari hasil fermentasi laktosa, menyebabkan keasaman susu meningkat atau pH susu menurun.

Kasein merupakan komponen terbanyak dalam protein susu. Kasein mempunyai sifat peka terhadap keasaman (pH). Bila pH susu rendah sampai  $\pm 4,6$



maka kasein menjadi tidak stabil dan akan terkoagulasi (menggumpal) sehingga membentuk padatan yang disebut *yoghurt* (Rukmana, 2001). Gel *yoghurt* ini berbentuk semi solid (setengah padat) dan menentukan tekstur *yoghurt*. Selain berperan dalam pembentukan gel *yoghurt*, asam laktat juga memberikan ketajaman rasa, rasa asam dan menimbulkan aroma khas pada *yoghurt* (Koswara, 1992).

Proses pembentukan asam laktat dari laktosa oleh bakteri asam laktat dapat dilihat pada **Gambar 3**. Laktosa dihidrolisis menjadi glukosa dan galaktosa atau galaktosa-6-fosfat oleh enzim  $\alpha$ -D-galaktosidase (laktase) dan  $\alpha$ -D-fosfogalaktosidase yang dihasilkan oleh *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* (Rahayu dan Sudarmadji, 1989).

Glukosa hasil akumulasi enzim laktase, selanjutnya melalui jalur glikolisis dapat dibentuk asam piruvat dan selanjutnya dapat diubah menjadi asam laktat oleh enzim laktat dehidrogenase yang dikeluarkan oleh *Streptococcus thermophilus* maupun *Lactobacillus bulgaricus*. (Rahayu dan Sudarmadji, 1989).

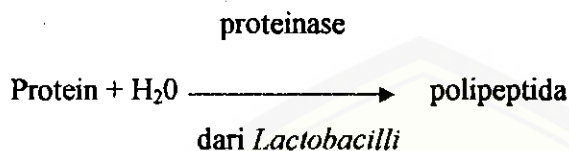
Pada awal tahapan fermentasi *Streptococcus* tumbuh lebih cepat, memfermentasikan laktosa dan memproduksi format, piruvat dan karbondioksida. Hal ini yang menyebabkan terjadinya penurunan pH hingga 6,3 – 6,5 dan dapat menstimulasi pertumbuhan *Lactobacillus*. Ketika pH turun dibawah 5,5 maka bakteri yang paling berperan adalah *Lactobacillus* sedangkan aktivitas *Streptococcus* menurun (Williams, 2004).

Kultur *yoghurt* bersifat proteolitik, sehingga selama proses fermentasi terjadi kenaikan jumlah protein terlarut, yang dapat membantu pembentukan flavour dan pembentukan struktur *yoghurt*. Aktivitas dari *Lactobacillus bulgaricus* lebih tinggi dibandingkan dengan *Streptococcus thermophilus*. selain aktivitas proteolitik, kultur *yoghurt* juga mempunyai aktivitas lipolitik walaupun hanya rendah, yang dapat menyebabkan kenaikan jumlah asam-asam lemak bebas selama penyimpanan (Rahayu dan Sudarmadji, 1989).

Menurut DeFelice (2002), kultur *Lactobacilli* dalam media susu melakukan aktivitas sebagai berikut :

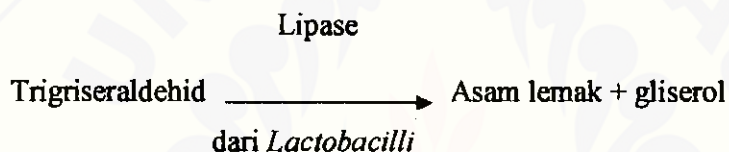
1. Proteolitik

Protein didegradasi menjadi komponen yang lebih sederhana



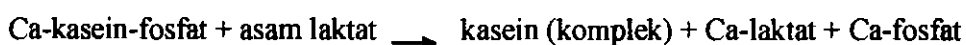
Aktivitas *Lactobacilli* dalam gastrointestinal adalah memecah protein menjadi komponen sederhana sehingga lebih mudah dicerna.

2. Lipolitik



Aktivitas proteolitik yang dimiliki oleh *Lactobacillus* mampu menghidrolisa protein menjadi peptida dan asam amino, utamanya valin, yang sangat diperlukan untuk menunjang pertumbuhan *Streptococcus*. Penurunan pH hingga mencapai 4 disebabkan oleh aktivitas *Lactobacillus*, selain itu bakteri ini juga yang membentuk aroma dan tekstur pada yoghurt karena mampu menghasilkan asam laktat, asetaldehid, asam asetat dan diasetil. Ketika pH mencapai 4.6-4.7, *micelle* dari *casein* akan membentuk agregat, sehingga terbentuk gel dimana seluruh komponen susu akan terperangkap didalamnya. Pada akhir fermentasi, populasi dari dua organisme tersebut mencapai jumlah yang sama yaitu sekitar  $10^8$  CFU/ml, dan total asam sekitar 0,9 – 95% (Williams, 2004).

Terbentuknya asam laktat menyebabkan penurunan pH sehingga kasein mengalami koagulasi membentuk *gel yoghurt* (Tamime dan Deeth, 1980 dalam Rahayu dan Sudarmadji, 1989). Reaksi terbentuknya gel yoghurt sebagai berikut :



## 2.9 Proses Pembuatan Yoghurt

Proses pembuatan yoghurt yang sering dilakukan adalah dengan memfermentasikan susu segar. Susu dipanaskan sampai 90°C selama 15-30 menit, kemudian didinginkan sampai 43°C, diinokulasikan dengan 2% kultur campuran *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan dibiarkan pada suhu tersebut kira-kira 3 jam sampai terjadi keasaman yang dikehendaki 0,85 – 0,90% dan pH 4,0-4,5. Kemudian didinginkan sampai 5°C untuk dikemas (Buckle dkk, 1987).

Berikut merupakan tahap-tahap pembuatan yoghurt :

### 1. Pasteurisasi

Susu dipanaskan hingga volumenya 2/3 bagian volume semula, kemudian dinaikkan hingga mencapai 85°-90°C selama 15-20 menit (Rukmana, 2001). Tahap pemanasan ini akan membunuh organisme pencemar, menurunkan potensi redoks campuran tersebut dan menghasilkan faktor-faktor dan kondisi yang menguntungkan untuk perkembangan bakteri yang dimasukkan sebagai inokulan. Pemanasan juga menyebabkan denaturasi sifat protein whey dan perubahan menjadi casein yang memberi konsistensi yang lebih baik dan lebih seragam pada produk akhir (Buckle dkk, 1987).

### 2. Pendinginan

Dilakukan pendinginan dengan cepat untuk menghindari terjadinya kontaminasi. Pendinginan dilakukan sampai suhu mencapai 42°-45°C merupakan suhu optimum pertumbuhan *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* (Rahayu dkk, 1993).

### 3. Inokulasi

Mencampurkan biakan starter ke dalam susu yang telah dipasteurisasi sambil diaduk-aduk sampai homogen atau merata (Rukmana, 2001).

### 4. Inkubasi

Inkubasi ini merupakan tahap akhir dalam pembuatan yoghurt yaitu berupa pemeraman dengan menggunakan inkubator pada suhu 45°C selama 4 jam, atau dapat juga diperam pada suhu kamar selama 12 jam (Rahayu dan

Sudarmadji, 1989), sampai menghasilkan bentuk (konsistensi) menyerupai pudding (Rukmana, 2001).

## 2.10 Bakteri Asam Laktat

Istilah bakteri asam laktat telah dikenal pada awal abad ke-20 dengan istilah *milk souring* dan *lactic acid producing*. Bakteri asam laktat merupakan kelompok bakteri yang memiliki kesamaan morfologi, metabolik dan fisiologis.

Deskripsi secara umum dari bakteri asam laktat adalah tergolong dalam grup bakteri gram positif, tidak bersporulasi, memproduksi asam laktat sebagai produk akhirnya. Bakteri asam laktat terdiri dari 4 grup inti genera yaitu *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, dan *Streptococcus*, sedangkan hasil revisi taksonomi terbaru menghasilkan beberapa genera baru sebagai berikut : *Aerococcus*, *Alloiococcus*, *Carnobacterium*, *Dolosigranulum*, *Enterococcus*, *Globicatella*, *Lactococcus*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, dan *Weissella* (Magnusson, 2003).

Spesies bakteri yang sering digunakan dalam proses fermentasi susu adalah *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* yang merupakan salah satu spesies dari genera *Streptococci* yang berkaitan dengan teknologi pangan. Spesies ini memiliki kemiripan susunan DNA dengan *S. salivarius* sehingga terkadang sering juga disebut *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus* yang tahan panas dan mampu tumbuh pada suhu 52°C (Salminen, 1998).

Genera *Lactobacillus* merupakan genera yang jauh lebih besar diantara genera bakteri asam laktat yang lain, bakteri ini sangat heterogen dan sering dikenal dengan bakteri asam laktat yang berbentuk batang.

*Lactobacillus bulgaricus* banyak ditemukan pada saluran pencernaan manusia dan hewan, yang terbukti dapat berperan sebagai antibakteria (Labouze, 2002), bersifat fakultatif anaerob, optimal pada suhu 40°-43°C, *Lactobacillus bulgaricus* mengandung zat-zat imun, dapat mencegah kerusakan saluran pencernaan dan mengurangi virus penyebab diare (Anonim, 2004), sedangkan *Lactobacillus plantarum* merupakan bakteri probiotik yang diisolasi langsung dari roti busuk,

dan telah digunakan dalam lingkup tradisional pada fermentasi roti dan kubis. *L. plantarum* bersifat resisten terhadap asam lambung dan akan menghuni usus halus jika dicerna, selain itu jenis ini juga memproduksi asam laktat dan *bacteriocin* yang berperan dalam menekan dan atau menghambat pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan dalam saluran pencernaan, jenis bakteriosin dari species *Lactobacillus* disajikan pada Tabel 6. Spesies ini memiliki aktivitas enzim laktase yang sangat tinggi, juga mampu menyebarkan dan menghasilkan enzim laktase mula dari lambung hingga usus halus yang berfungsi untuk membantu pencernaan laktosa (Anonim, 2004).

**Tabel 6. Jenis Bakteriosin dari Spesies *Lactobacillus***

Jenis Bakteriosin	Jenis Spesies
Acidolin	<i>L. acidophilus</i>
Acidophilin	<i>L. acidophilus</i>
Lactacin B	<i>L. acidophilus</i>
Lactacin F	<i>L. acidophilus</i>
Bulgarin	<i>L. bulgaricus</i>
Plantaricin SIK – 83	<i>L. plantarum</i>
Plantaricin A	<i>L. plantarum</i>
Lactolin 27	<i>L. helveticus</i>
Helveticin J	<i>L. helveticus</i>
Reuterin	<i>L. reuteri</i>
Lactobrevin	<i>L. brevis</i>
Lactobacilin	<i>L. brevis</i>

Sumber : DeFelice (2002)

*Lactobacillus plantarum* memiliki sel yang berbentuk batang lurus dengan ujung bulat, lebar 0,9 – 1,2  $\mu\text{m}$  dan panjang 3-8  $\mu\text{m}$ , tidak berflagel namun dapat bergerak. Optimum pada suhu 30<sup>o</sup>-35<sup>o</sup> C, kumpulan koloni bakteri ini memiliki lebar permukaan 3 mm, berbentuk cembung, bulat, halus dan padat, berwarna



putih, kadang bening atau kuning gelap. *Lactobacillus plantarum* dapat mensekresikan antibiotik *Lactolin* dan mampu mensintesis asam amino *Lysine*, yang berfungsi sebagai anti virus, bakteri ini juga memproduksi enzim glikolitik yang dapat mendegradasi glikosida sianogenik dan sangat efektif dalam menghilangkan nitrat ketika memproduksi nitrit oksida (Buchanan, 1974).

Terdapat kurang lebih 189 strain bakteri asam laktat yang telah diisolasi dari makanan hasil fermentasi di Asia Tenggara. Secara fisiologis bakteri ini dikarakterisasi dan diklasifikasikan dalam 4 genera dan 15 species, yaitu genera *Lactobacillus* 36%, *Enterococcus* 25%, *Leuconostoc* 35%, dan *Pedwococcus* 4%. Spesies yang paling dominan adalah *Leuconostoc mesentroides* subsp. *Mesentroides* (39 strain), diikuti oleh *Lactobacillus plantarum* (36 strain), *Enterococcus faecium* (31 strain) dan *Enterococcus faecalis* (26 strain). Spesies-spesies tersebut sering ditemui dalam makanan fermentasi dan yang menyebabkan adanya rasa khas dalam produk tersebut (Sanders, 2003).

## 2.11 Probiotik

Probiotik merupakan bahan pangan tambahan yang mengandung mikroba hidup yang bersifat non patogen dan non toksigenik, sedangkan prebiotik adalah unsur-unsur makanan yang tidak dapat dicerna tubuh namun dapat menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas probiotik (Macfarlane, 1998).

Berikut diberikan beberapa pengertian mengenai probiotik menurut beberapa sumber :

### 1. FAO/WHO 2001

Probiotik merupakan mikroorganisme hidup yang apabila dikonsumsi dalam jumlah tertentu dapat memberikan efek sehat bagi yang mengkonsumsinya.

### 2. Lilly dan Stillwell 1965

Organisme dan substansi yang memiliki kontribusi dalam menjaga keseimbangan bakteri intestinal.



3. Parker 1974

Suplemen makanan yang mengandung bakteri hidup yang menguntungkan bagi yang mengkonsumsi dengan cara meningkatkan kesetimbangan bakteri intestinal.

4. Fuller 1989

Kultur tunggal atau campuran dari mikroorganisme hidup yang dimasukkan dalam hewan maupun manusia, dan memberikan efek menguntungkan dengan cara meningkatkan kemampuan bakteri pencernaan.

5. Havenaar dan Huis In't Veld 1992

Mikroorganisme hidup yang mampu mencerna nutrisi yang tidak dapat dicerna tubuh sehingga memberikan dampak sehat bagi tubuh.

6. Schaafsma 1996

Produk pangan yang berisi mikrobial menguntungkan yang dapat memberikan dampak sehat bagi pengkonsumsinya, dengan cara meningkatkan system imun dan memodulasi *mucosal* serta meningkatkan keseimbangan bakteri dalam saluran pencernaan.

7. Naidu et.al 1999

Produk yang mengandung mikroorganisme hidup dalam jumlah tertentu yang dapat memperbaiki mikroflora dan memberikan dampak sehat bagi yang mengkonsumsinya.

8. Schrezenmeir dan de Vrese 2001

Mikroorganisme hidup yang jika dikonsumsi dalam jumlah tertentu dapat memberikan dampak sehat bagi yang mengkonsumsi (Sanders, 2003)

Sumber probiotik banyak ditemukan pada yoghurt, keju atau susu sapi yang diperkaya dengan bakteri baik seperti *Bifidobacteria*, *Lactobacillus*. Probiotik ini bermanfaat sebagai anti mikroba, sehingga dapat membantu beberapa pencegahan penyakit seperti kembung, diare, sembelit, diare dan infeksi jamur candida. Dengan kesetimbangan flora usus, maka akan didapatkan beberapa manfaat, yaitu hilangnya gejala-gejala yang timbul akibat gangguan diatas, sedangkan manfaat jangka panjangnya adalah pencegahan terhadap kemungkinan kanker usus (Wibudi, 2001).

Probiotik memiliki kaitan yang erat dengan kondisi kesehatan yang baik, namun probiotik yang dikonsumsi harus memenuhi syarat-syarat meningkatkan resistensi koloni bakteri baik, mempengaruhi aktivitas metabolisme yang berkaitan dengan kesehatan tubuh dan menstimulasi sistem imune. Bakteri yang sering digunakan sebagai agen probiotik biasanya bakteri yang mampu menghasilkan asam laktat sebagai produk akhirnya, seperti genera *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, dan *Bifidobacterium*, pada Tabel 7 disajikan beberapa spesies bakteri yang sering digunakan sebagai probiotik.

**Tabel 7. Jenis Spesies Bakteri Asam Laktat yang Digunakan Sebagai Probiotik**

Jenis Strain Bakteri

*Lactobacillus brevis*  
*Lactobacillus bulgaricus*  
*Lactobacillus casei subsp. casei*  
*Lactobacillus casei subsp. paracasei*  
*Lactobacillus casei subsp. rhamnosus*  
*Lactobacillus fermentum*  
*Lactobacillus rhamnosus (casei)*  
*Lactobacillus caucasicus*  
*Lactobacillus helveticus*  
*Lactobacillus lactis*  
*Lactobacillus plantarum*  
*Lactobacillus reuteri*

*Bifidobacterium bifidum (lactis)*  
*Bifidobacterium breve subsp. breve*  
*Bifidobacterium infantis*  
*Bifidobacterium licheniformis*  
*Bifidobacterium longum*  
*Bifidobacterium subtilus*

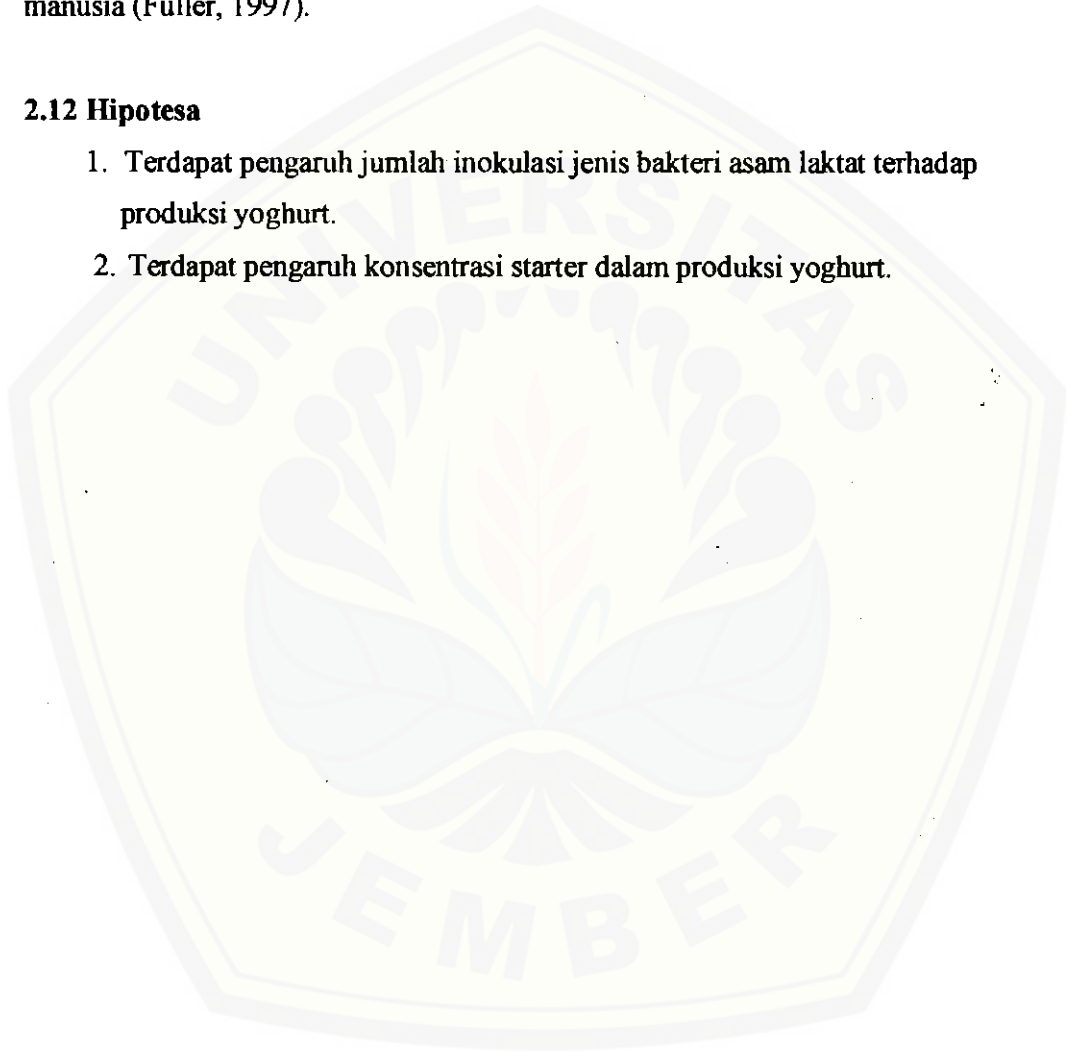
*Enterococcus faecium*  
*Streptococcus cremoris*  
*Streptococcus faecium*  
*Streptococcus infantis*  
*Streptococcus thermophilus*

Sumber : DeFelice (2002)

Konsep probiotik adalah memperoleh khasiat yang menguntungkan dari bakteri untuk kesehatan manusia, selain itu probiotik yang ideal diharapkan dapat mempertahankan viabilitasnya selama pemrosesan dan penyimpanan, resisten terhadap asam lambung dan garam seperti yang terdapat dalam sel epitel pencernaan manusia dan yang paling utama, probiotik harus aman jika dikonsumsi manusia (Fuller, 1997).

### 2.12 Hipotesa

1. Terdapat pengaruh jumlah inokulasi jenis bakteri asam laktat terhadap produksi yoghurt.
2. Terdapat pengaruh konsentrasi starter dalam produksi yoghurt.



### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Bahan dan Alat

##### 3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian adalah susu sapi segar yang diperoleh dari daerah penghasil susu di Jember dan biakan bakteri *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Streptococcus thermophilus* dari Laboratorium Pengendalian Mutu Divisi Mikrobiologi, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, serta bahan kimia lain meliputi alkohol 70%, aquades, NaOH 0,1 N, Kalium dioksalat, PP 1 %, larutan formaldehid, DNS (Dinitrosalisilat acid), Media MRS-Agar dan Media MRS-Broth.

##### 3.1.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan meliputi tabung reaksi, jarum ose dan plate, botol film, gelas aqua, mikropipet, Yellow and Blue Tips, Haemocytometer, penjepit, spatula, erlenmeyer, termometer, oven, labu ukur, buret, penangas air, pH meter, refereragator, spektrofotometer.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengendalian Mutu Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan Februari – Mei 2004.

#### 3.3 Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor , yaitu faktor konsentrasi starter (A) yang terdiri dari 3 taraf dan faktor perbandingan jenis starter (B) yang terdiri dari 4 taraf, dan setiap kombinasi diulang sebanyak tiga kali.

Bahan dan perlakuan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

Faktor Konsentrasi Starter

A1 = 2% dari bahan baku

A2 = 3% dari bahan baku

A3 = 4% dari bahan baku

## Faktor Perbandingan Jenis Starter

	<i>S. thermophilus</i>	<i>L. Bulgaricus</i>	<i>L. plantarum</i>
B1 =	50 %	50 %	0 %
B2 =	40 %	40 %	20 %
B3 =	35 %	35 %	30 %
B4 =	30 %	30 %	40 %

Kombinasi Kedua perlakuan:

A1B1	A2B1	A3B1
A1B2	A2B2	A3B2
A1B3	A2B3	A3B3
A1B4	A2B4	A3B4

Adapun model persamaan umumnya adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_k(ij)$$

$Y_{ijk}$  = Perubahan respon karena pengaruh bersama taraf ke- $i$  faktor A dan taraf ke- $j$  faktor B yang terdapat pada observasi ke- $k$

$\mu$  = Efek rata-rata yang sebenarnya

$\alpha_i$  = Efek sebenarnya dari taraf ke- $i$  faktor konsentrasi starter (A)

$\beta_j$  = Efek sebenarnya dari taraf ke- faktor perbandingan jenis starter (B)

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efek sebenarnya dari interaksi antara taraf ke- $i$  faktor konsentrasi starter (A) dan taraf ke- $j$  faktor perbandingan jenis starter (B)

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1 Pembuatan Starter

1. Susu sebanyak  $\pm 15$  ml dipanaskan pada suhu  $85^{\circ}\text{C}$ - $90^{\circ}\text{C}$  selama 10-15 menit, kemudian didinginkan hingga mencapai suhu  $42^{\circ}\text{C}$ .
2. Susu yang telah dipasteurisasi tersebut kemudian dimasukkan ke dalam tabung eppindroff masing-masing sebanyak 1 ml. Selanjutnya diinokulasikan dengan menggunakan satu ose biakan *L. plantarum*, *L. bulgaricus*, dan *S. thermophilus* dalam setiap tabungnya.
3. Tabung eppindroff lalu ditutup rapat dan diinkubasikan dalam inkubator selama 12 jam pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$ .

4. Setelah 12 jam dipanaskan lagi susu sebanyak  $\pm 150$  ml pada suhu  $85^{\circ}\text{C}$  -  $90^{\circ}\text{C}$  selama 10-15 menit. Kemudian didinginkan hingga mencapai suhu  $42^{\circ}\text{C}$  -  $45^{\circ}\text{C}$ .
5. Susu yang telah dipanaskan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam botol film (volumenya @ 30 ml per botol). Setelah itu inokulum di tabung eppindroff dimasukkan ke dalam botol film terpisah sesuai dengan jenis biakannya.
6. Botol film lalu ditutup rapat dan diinkubasikan. Selama 12 jam dalam inkubator pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$ .

#### 3.4.2 Pembuatan Yoghurt

1. Susu sebanyak  $\pm 2400$  ml dipasteurisasi pada suhu  $85^{\circ}\text{C}$  -  $90^{\circ}\text{C}$  selama 15-20 menit.
2. Kemudian susu didinginkan hingga mencapai suhu  $37^{\circ}\text{C}$ .
3. Susu yang telah dingin tersebut kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing botol film dan ditambahkan biakan bakteri *L. plantarum*, *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* dengan berbagai variasi secara aseptik sebanyak 2%, 3%, dan 4% dari bahan baku.
4. Pemeraman susu menjadi yoghurt dilakukan dalam inkubator pada suhu  $42^{\circ}\text{C}$  selama 4-6 jam.

#### 3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi total mikroba, total asam, Kadar gula reduksi (DNS), Kadar protein terlarut (metode formol), pH dan Organoleptik uji kesukaan meliputi aroma, warna, keasaman dan keseluruhan parameter uji kesukaan.



### 3.6 Prosedur Analisa Pengamatan

#### 3.6.1 Total mikroba (Metode Kerapatan Optik) (Anonim, 2001)

Metode ini menggunakan alat bantu Spektrofotometer. Dasar teknikya adalah banyaknya cahaya yang diabsorpsi ( $OD = \text{optical density}$ ) sebanding dengan kerapatan (banyaknya) sel bakteri dalam suspensi biakan.

##### 1. Pembuatan Kurva Standar

- a. Mengencerkan sampel dalam beberapa pengenceran.
- b. Menyiapkan tabung reaksi dan ditambah dengan larutan standar masing-masing 4 ml.
- c. Membaca absorbansi pada  $\lambda$  dengan serapan maksimum antara 500-560 nm
- d. Absorbansi maksimum yang didapatkan pada  $\lambda = 540$  nm.
- e. Menghitung jumlah sel bakteri tiap pengenceran dengan Haemacytometer.
- f. Membuat kurva standar dengan memplotkan total mikroba dengan absorbansi.

##### 2. Pengujian Sampel

- a. Mencampurkan sampel 1 ml dengan aquadest 19 ml.
- b. Menyiapkan tabung reaksi dan menambahkan ke dalamnya masing-masing 4 ml larutan sampel
- c. Membaca absorbansi pada  $\lambda = 540$  nm.
- d. Total mikroba diukur berdasar kurva standar sehingga didapatkan jumlah sel hidup (mikroba/ml).

#### 3.6.2 Gula Reduksi

Berdasarkan Chaplin (1994) prosedur penentuan gula reduksi adalah sebagai berikut :

##### 1. Pembuatan Larutan DNS

Buat reagan yang terdiri dari 0,25 gr DNS dan 75 gr sodium potassium tartrate dalam 50 ml dari 2 M NaOH (4 gr NaOH dalam 50 ml air) tera sampai 250 ml dengan aquadest.

## 2. Pembuatan Kurva Standar

- a. Membuat larutan glukosa standar (0,1 gr/ 10 ml).
- b. Membuat larutan glukosa 0 ml/1,5 ml; 0,025 ml/1,475 ml; 0,05 ml/1,450 ml; 0,075 ml/1,425 ml; 0,1 ml/1,400 ml; 0,125 ml/1,375 ml; 0,150 ml/1,350 ml.
- c. Menyiapkan 7 tabung reaksi dan ditambahkan kedalamnya larutan gula standar dengan konsentrasi masing-masing.
- d. Menambahkan larutan DNS kedalam tabung reaksi yang berisi larutan standar.
- e. Tabung reaksi dipanaskan dalam air mendidih selama 10 menit kemudian didinginkan.
- f. Membaca absorbansi pada  $\lambda = 570$  nm.
- g. Membuat kurva standar dengan memplotkan konsentrasi glukosa dan nilai absorbansinya.

## 3. Pengujian Sampel

- a. Mencampurkan 0,2 ml sampel dengan 7,8 ml aquadest.
- b. Sampel diambil 1,5 ml, ditambah 3 ml reagen DNS.
- c. Dipanaskan dalam air mendidih selama 10 menit.
- d. Membaca absorbansinya pada  $\lambda = 570$  nm.
- e. Melakukan hal yang sama untuk pengujian blanko (tanpa penambahan glukosa 1%)
- f. Kadar glukosa diukur berdasarkan kurva standar sehingga didapatkan konsentrasi gula reduksi (mg/ml).

$$\% \text{ Gula Reduksi} = \frac{\text{mg/ml} \times \text{Faktor Pengenceran}}{\text{gram bahan} \times 1000} \times 100 \%$$

### 3.6.3 Total Asam

Pengukuran total asam (asam laktat) dilakukan dengan titrasi (Fardiaz, 1984):

1. Diambil 10 gr bahan diencerkan di dalam labu 100 ml.
2. Filtrat diambil 25 ml ditempatkan ke dalam erlenmeyer 125 ml
3. Kemudian ditambahkan indikator PP 1% 2-3 tetes.
4. Dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai berwarna merah muda tetap
5. Total asam yang diperoleh dinyatakan dalam persen asam laktat dengan persamaan sebagai berikut :

$$\% \text{ Asam laktat} = \frac{\text{ml titrat} \times N \text{ NaOH} \times 90 \times \text{FP}}{\text{gram bahan} \times 1000} \times 100 \%$$

### 3.6.4 Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH-meter dengan larutan buffer 4. pH-meter dinyalakan, elektroda dibilas dengan aquadest dan dikeringkan dengan tissue. Elektroda dicelupkan pada larutan sampel, dibiarkan beberapa saat sampai diperoleh pembacaan yang stabil.

$$pH \text{ asli} = \left( \frac{PH}{\text{Buffer}} \right) \times 4$$

### 3.6.5 Kadar Protein Terlarut Metode Formol

Menurut Sudarmadji (1984) prosedur penentuan kadar protein terlarut adalah sebagai berikut :

1. Bahan sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer, ditambah 20 ml aquadest dan 1 ml PP 1%.
2. Menitrasi larutan dengan NaOH 0,1 N sampai warna merah muda tetap.

3. Setelah warna tercapai ditambahkan 2 ml larutan formaldehida dan dititrasi kembali dengan NaOH 0,1 N sampai warna merah muda tercapai lagi.
4. Membuat titrasi blanko yang terdiri dari 20 ml aquadest, 1 ml PP 1%, dan 2 ml formaldehida lalu dititrasi dengan larutan NaOH 0,05 N.
5. Titrasi formol adalah titrasi kedua dikurangi dengan titrasi blanko

$$R = 1,83 \times \text{titrasi (sample - blanko)}$$

### 3.6.6 Warna (Derajat Putih)

Pengukuran warna (derajat keputihan) yoghurt dilakukan dengan menggunakan *color reader* (Fardiaz, 1989). Cara menggunakan *color reader* :

1. Monitor *color reader* disentuhkan sedekat mungkin pada permukaan bahan kemudian alat dihidupkan. Intensitas warna sampel ditunjukkan oleh angka yang terbaca pada *color reader*.
2. Menghitung derajat keputihan sampel dengan rumus :

$$W = 100 - \{(100-L)^2 + (a^2 + b^2)\}^{0,5}$$

*Keterangan :*

W = derajat putih (W=100 diasumsikan putih sempurna)

L = nilai berkisar 0-100 yang menunjukkan warna hitam hingga putih

a = nilai berkisar antara (-80) sampai 100 yang menunjukkan warna hijau hingga merah

b = nilai berkisar antara (-80) sampai 70 yang menunjukkan warna biru hingga kuning

### 3.6.7 Uji Organoleptik

Sampel yang telah diberi kode disajikan kepada panelis dan panelis diminta untuk memberikan uji kesukaan (hedonic test) yang meliputi aroma, keasaman dan keseluruhan pada skala yang telah disediakan.

Pengujian organoleptik berdasarkan parameter organoleptik, meliputi :

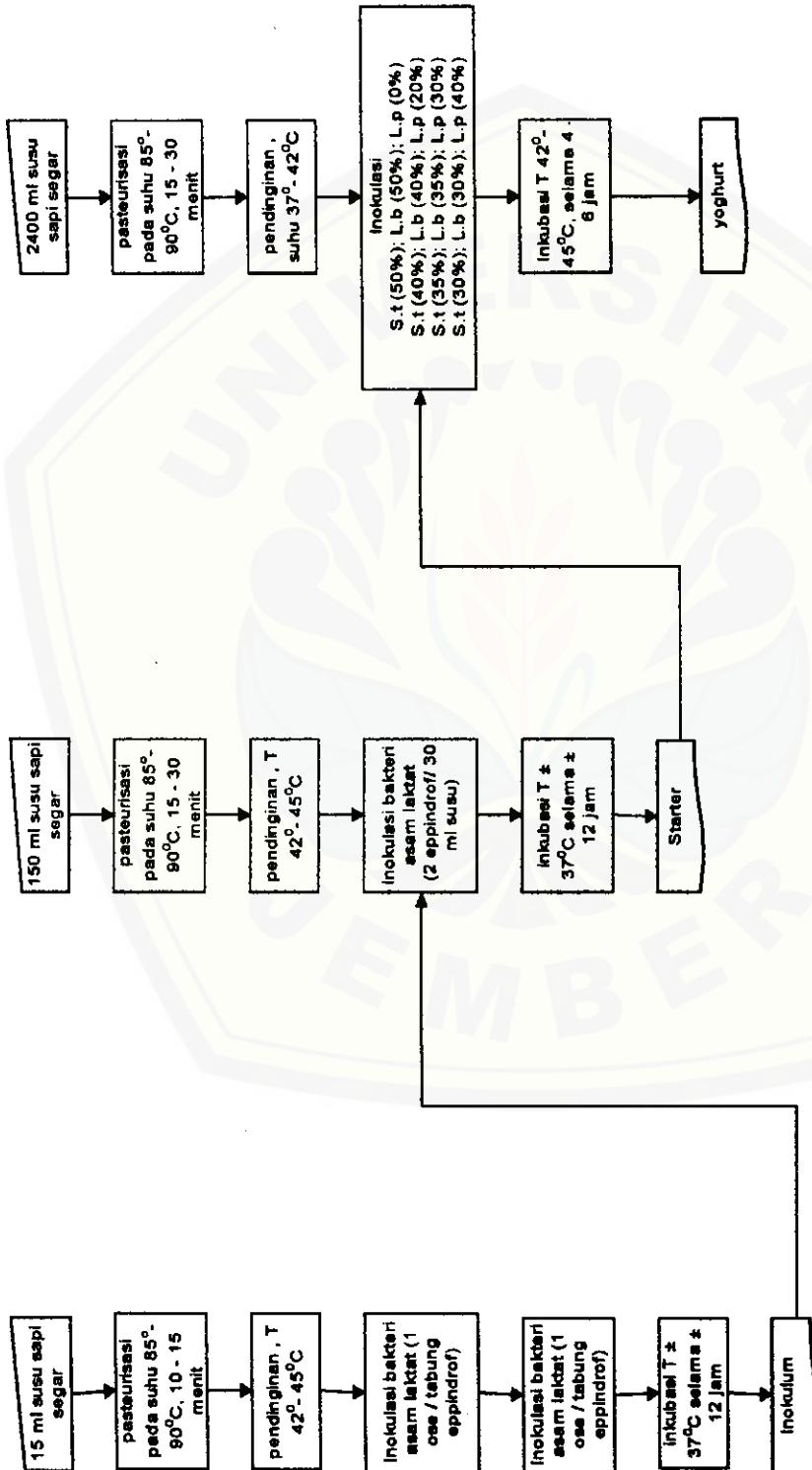
Skala Hedonik	Skala Numerik
• Warna	- Sangat Suka 5
• Aroma	- Suka 4
• Keasaman	- Cukup Suka 3
• Keseluruhan	- Tidak Suka 2
	- Sangat Tidak Suka 1

### 3.7 Uji Efektifitas

Untuk melakukan perlakuan yang terbaik, dilakukan uji efektifitas (Garmo, 1994) dengan cara sebagai berikut:

1. Memberikan bobot nilai pada masing-masing variabel dengan angka relatif 0 -1
2. Menentukan bobot normal untuk tiap parameter, yaitu bobot variabel dibagi bobot total
3. Menghitung nilai efektifitas dengan rumus :

$$\text{Nilai Efektifitas} = \frac{(\text{Nilai perlakuan} - \text{Nilai terjelek})}{(\text{Nilai terbaik} - \text{Nilai Terjelek})}$$



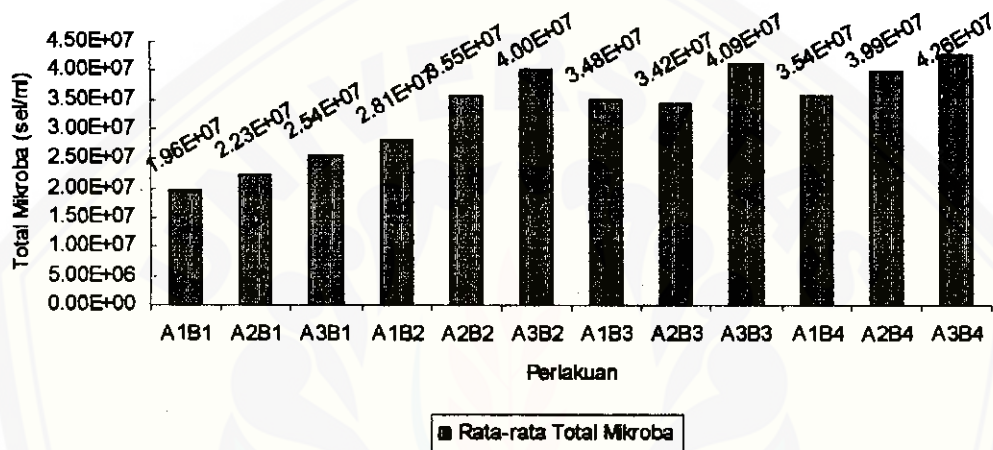
Gambar 4. Diagram Alir Proses Pembuatan Yoghurt



#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Total Mikroba

Hasil pengamatan jumlah inikroba dalam penelitian yang dilakukan berkisar antara  $1,96 \times 10^7$  –  $4,26 \times 10^7$ . Total mikroba pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 5.



**Gambar 5. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Total Mikroba Yoghurt**

Perlakuan A3B4 merupakan perlakuan yang paling banyak menghasilkan mikroba dibanding perlakuan yang lain. Pada perlakuan ini, digunakan konsentrasi starter 4% dan rasio jenis starter yang terdiri dari 30% *Streptococcus thermophilus*, 30% *Lactobacillus bulgaricus*, dan 40% *Lactobacillus plantarum*. Total mikroba yang dihasilkan, mengindikasikan adanya pertumbuhan mikroba dalam yoghurt. Menurut Jay (1992), yoghurt pada awal produksi umumnya mengandung  $10^9$  organisme/gram, namun selama penyimpanan akan mengalami penurunan sehingga mencapai  $10^6$  organisme/gram, khususnya jika disimpan pada suhu  $5^\circ\text{C}$  selama 60 hari. Bakteri yang berbentuk batang umumnya mengalami penurunan lebih cepat dibanding bakteri yang berbentuk bulat.

Pada perlakuan A1B1 yang terdiri dari 50% *L. bulgaricus* dan 50% *S. thermophilus* serta konsentrasi starter 2% menghasilkan total mikroba yang paling

sedikit dibandingkan perlakuan yang lain. Hal ini selain karena jumlah starter yang relatif sedikit diduga juga karena derajat keasaman (pH) yang dihasilkan sangat rendah, sehingga peningkatan asam pada yoghurt justru akan menghambat pertumbuhan bakteri asam laktat didalamnya (Koroleva,1991).

**Tabel 8. Hasil Sidik Ragam Total Mikroba Yoghurt**

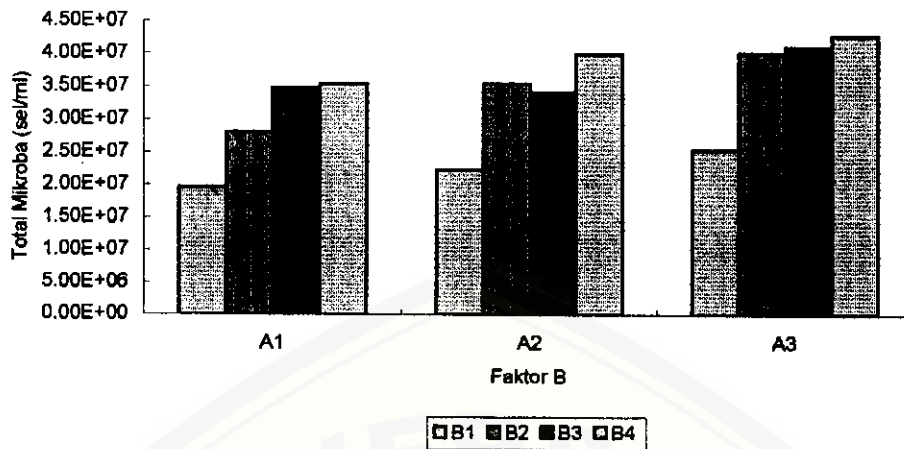
Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	3.33E+15	1.66E+15	13.39 **	3.44	5.72
Perlakuan	11	1.93E+15	1.75E+14	1.41 <sup>ns</sup>	2.26	3.18
A	2	3.62E+14	1.81E+14	1.45 <sup>ns</sup>	3.44	5.72
B	3	1.50E+15	5.00E+14	4.02 *	3.05	4.82
A x B	6	1.93E+15	3.22E+14	2.59 *	2.55	3.76
Galat	22	2.74E+15	1.24E+14			
Total	35	7.99E+15			KK =	33.66%

Keterangan :

- ns Tidak berbeda nyata
- \* Berbeda nyata
- \*\* Berbeda sangat nyata

Hasil perhitungan sidik ragam total mikroba yoghurt diketahui bahwa pada perlakuan konsentrasi starter (Faktor A) memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata, sedangkan pada perlakuan rasio jenis starter (Faktor B) dan interaksinya memberikan pengaruh yang berbeda nyata.

Hubungan antara rasio starter dengan total mikroba yang dihasilkan disajikan pada histogram **Gambar 6**. Dari diagram tersebut dapat disimpulkan bahwa pada perlakuan A, prosentase starter yang ditambahkan berkorelasi dengan peningkatan total mikroba yang dihasilkan, selain itu juga dipengaruhi oleh rasio jenis starter yang ditambahkan.



**Gambar 6. Histogram Hubungan antara Rasio Starter dengan Total Mikroba Yoghurt**

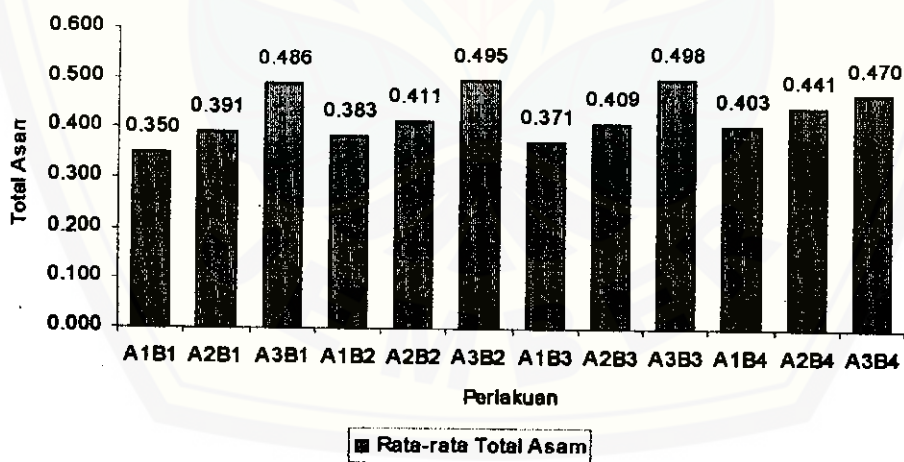
Pertumbuhan mikroba dalam suatu media sangat dipengaruhi oleh tingkat kompleksitas nutrisi, suhu, dan pH optimal yang sesuai dengan mikrobia tersebut. Nutrisi yang kompleks merupakan komponen utama yang harus dipenuhi dalam suatu media karena bakteri asam laktat merupakan mikroba yang tergolong heterotropik yang kemampuan biosintesisnya sangat terbatas, sehingga membutuhkan nutrisi kompleks untuk dapat bertahan hidup (Dugas, 2004).

Jumlah Inokulum juga merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan total mikroba dalam yoghurt. Menurut Stanbury dan Whitaker (1990), jumlah inokulum yang normal digunakan berkisar antara 3% - 10% dari volume medium. Penambahan jumlah inokulum ini digunakan untuk memperpendek fase lag dan meningkatkan produksi biomassa dalam fermentor produksi secepat mungkin, tambahan inokulum yang terlalu banyak akan mengurangi ketersediaan nutrisi dalam media sehingga dapat mengakibatkan pertumbuhan mikroba menurun.

#### 4.2 Total Asam Laktat

Total asam yang paling tinggi didapatkan dari perlakuan A3B3 yang terdiri dari konsentrasi starter 4% dan rasio jenis starter 35% *L. bulgaricus*, 35% *S. thermophilus* dan 30% *L. plantarum*. Peningkatan total asam laktat merupakan salah satu parameter yang mengindikasikan aktivitas bakteri asam laktat dalam memfermentasikan laktosa. Jumlah jenis starter yang digunakan akan berpengaruh terhadap peningkatan asam pada yoghurt, hal ini karena semakin banyaknya jumlah bakteri yang mendegradasi laktosa menjadi asam laktat, sedangkan total asam yang paling rendah ditemui pada perlakuan A1B1 yang tersusun atas 2% konsentrasi starter, 50% *L. bulgaricus* dan 50% *S. thermophilus*.

Pada perlakuan A3B3, jumlah jenis bakteri yang digunakan lebih banyak, sehingga total asam yang dihasilkan juga lebih banyak dibandingkan perlakuan A1B1 yang hanya terdiri dari 2 jenis bakteri asam laktat. Nilai total asam yang dihasilkan pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Total Asam Laktat Yoghurt

**Tabel 9. Hasil Sidik Ragam Total Asam Yoghurt**

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.008	0.004	1.98 <sup>ns</sup>	3.44	5.72
Perlakuan	11	0.095	0.009	4.42 <sup>**</sup>	2.26	3.18
A	2	0.084	0.042	21.70 <sup>**</sup>	3.44	5.72
B	3	0.004	0.001	0.67 <sup>ns</sup>	3.05	4.82
A x B	6	0.095	0.016	8.11 <sup>**</sup>	2.55	3.76
Galat	22	0.043	0.002			
Total	35	0.145			KK =	10.42%

Keterangan :

ns Tidak berbeda nyata

\*\* Berbeda sangat nyata

Hasil sidik ragam total asam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi starter (Faktor A) dan interaksinya memberikan pengaruh berbeda sangat nyata, sedangkan perlakuan rasio jenis starter memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap total asam yang dihasilkan.

Peningkatan asam laktat dalam yoghurt akan lebih cepat jika bakteri asam laktat digunakan secara kombinasi, dibandingkan dengan penggunaan secara terpisah. *S. thermophilus* akan tumbuh lebih cepat dan memproduksi asam serta CO<sub>2</sub> yang dapat menstimulasi pertumbuhan *L. bulgaricus*. Di sisi lain *L. bulgaricus* memiliki aktivitas proteolitik yang dapat memproduksi peptida dan asam amino yang dapat digunakan oleh *S. thermophilus* (Anonim, 2003).

Jumlah total asam yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh sifat dari bakteri tersebut. Jenis bakteri yang tergolong homofermentatif cenderung lebih banyak menghasilkan asam laktat dibandingkan bakteri heterofermentatif. Bakteri golongan pertama diklasifikasikan sebagai bakteri yang mampu menghasilkan 85% asam laktat sebagai produk akhirnya, sedangkan golongan yang kedua menghasilkan lebih kurang 50% asam laktat, dan sisanya menghasilkan etanol, asam asetat dan CO<sub>2</sub> (Batt, 1999).

*L. bulgaricus*, *S. thermophilus* dan *L. plantarum* merupakan golongan bakteri homofermentatif. Menurut Magnusson (2003), bakteri golongan homofermentatif mengikuti jalur glikolisis EMP (*Embden Meyerhoff Pathway*) dalam memfermentasikan laktosa, sedangkan bakteri golongan heterofermentatif mengikuti jalur phosphoketolase.



### 4.3 Kadar Gula Reduksi

Hasil pengamatan gula reduksi dari masing-masing perlakuan disajikan pada diagram Gambar 8. Nilai kadar gula reduksi terendah didapati pada perlakuan A3B4, sedangkan kadar gula reduksi tertinggi terdapat pada perlakuan A1B1. Banyaknya oligosakarida yang dipecah menjadi monosakarida tergantung pada jumlah dan kemampuan bakteri dalam yoghurt, semakin banyak rasio jenis starter dan semakin tinggi konsentrasi starter maka akan semakin banyak juga gula yang direduksi, sehingga nilai kadar gula reduksi akan semakin sedikit.

Berdasarkan hasil sidik ragam kadar gula reduksi diketahui bahwa perlakuan konsentrasi starter (Faktor A) memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata, sedangkan pada perlakuan rasio jenis starter (Faktor B) dan interaksinya memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap gula reduksi yang didegradasi.

**Tabel 10. Hasil Sidik Ragam Kadar Gula Reduksi Yoghurt**

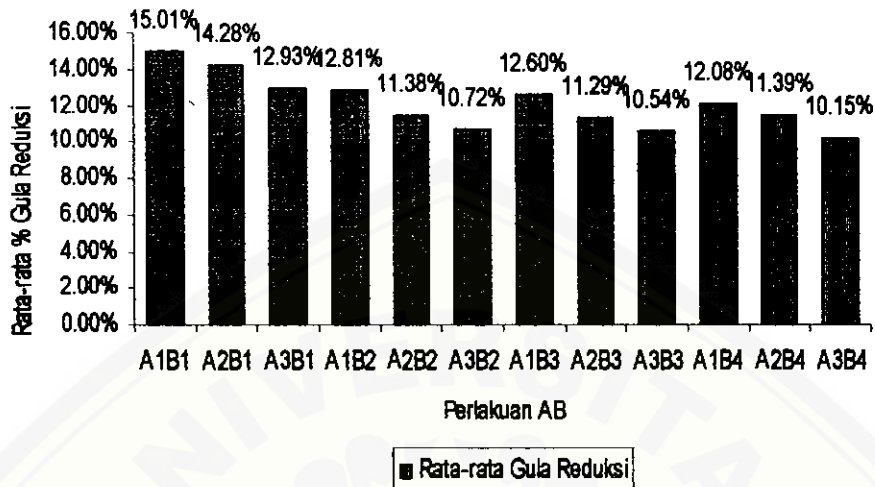
Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.00763	0.00381	8.14 **	3.44	5.72
Perlakuan	11	0.00735	0.00067	1.42 <sup>ns</sup>	2.26	3.18
A	2	0.00251	0.00125	2.67 <sup>ns</sup>	3.44	5.72
B	3	0.00476	0.00159	3.38 *	3.05	4.82
A x B	6	0.00735	0.00122	2.61 *	2.55	3.76
Galat	22	0.01031	0.00047			
Total	35	0.02529			KK =	<b>17.90%</b>

Keterangan :

- ns Tidak berbeda nyata
- \* Berbeda nyata
- \*\* Berbeda sangat nyata

Dalam pembuatan yoghurt, standar gula reduksi yang diinginkan adalah yang paling rendah, sebab dalam proses fermentasi susu, laktosa didegradasi menjadi asam laktat. Gula pereduksi adalah golongan gula yang mengandung gugus aldehida (-CHO) atau suatu gugus hidrosiketon (-COR), glukosa dan galaktosa merupakan jenis gula sederhana yang bersifat pereduksi (Setiadji, 1998). Semakin sedikit kadar gula reduksi dalam yoghurt maka semakin banyak total asam dan kadar protein yang dihasilkan.





**Gambar 8. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Gula Reduksi Yoghurt**

Berdasarkan hasil penelitian ini, jika ditinjau secara teoritis yang seharusnya memiliki kadar gula reduksi terendah adalah A3B3, karena dari parameter yang lain, A3B3 memiliki total asam dan nilai kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan A3B4. Hal ini diduga karena pada perlakuan A3B3 komposisi bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* lebih besar sehingga mampu lebih banyak mendegradasi laktosa menjadi asam laktat, menurut Williams (2002), kedua bakteri tersebut akan bekerja lebih baik dalam proses pembentukan asam laktat jika dikombinasikan, sedangkan pada A3B4 komposisi bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *S. thermophilus* lebih sedikit, sehingga kemampuan untuk mendegradasi laktosa menjadi asam laktat juga lebih rendah.

Selain dua faktor diatas, sifat pereduksi dari oligosakarida juga sangat penting. Menurut Winarno (1997), ada tidaknya sifat pereduksi dari suatu molekul gula ditentukan oleh ada tidaknya gugus hidroksil bebas yang reaktif. Laktosa merupakan salah satu oligosakarida yang bersifat pereduksi karena memiliki gugus hidroksil bebas pada atom C nomor 1 pada gugus glukosanya.

Pada perlakuan A1B1 kadar gula reduksi masih tinggi, hal ini disebabkan karena rasio jenis starter dan konsentrasi starternya lebih sedikit, sehingga kemampuan untuk mendegradasi laktosa menjadi asam laktat juga terbatas.

#### 4.4 Kadar Protein Terlarut

Hasil sidik ragam kadar protein terlarut pada Tabel 11. menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi starter (Faktor A) memberikan pengaruh berbeda nyata, sedangkan pada perlakuan rasio jenis starter (Faktor B) dan interaksinya memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata.

**Tabel 11. Hasil Sidik Ragam Kadar Protein Terlarut**

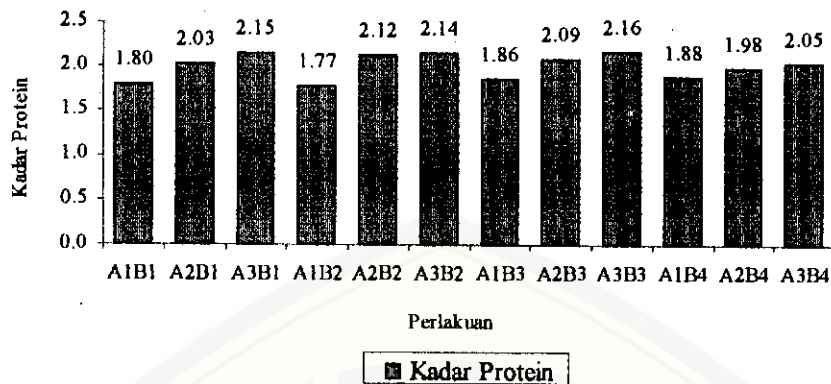
Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.154	0.077	1.45 <sup>ns</sup>	3.44	5.72
Perlakuan	11	0.665	0.060	1.14 <sup>ns</sup>	2.26	3.18
A	2	0.583	0.291	5.49 <sup>*</sup>	3.44	5.72
B	3	0.022	0.007	0.14 <sup>ns</sup>	3.05	4.82
A x B	6	0.665	0.111	2.09 <sup>ns</sup>	2.55	3.76
Galat	22	1.166	0.053			
Total	35	1.985			KK =	11.50%

Keterangan :

- ns Tidak berbeda nyata
- \* Berbeda nyata

Nilai kadar protein terlarut pada masing-masing perlakuan disajikan pada diagram Gambar 9. Perlakuan A3B3 memiliki nilai kadar protein terlarut yang paling tinggi dibanding perlakuan yang lain.

Perlakuan A3B3 lebih banyak mengandung kadar protein terlarut, karena rasio jenis starternya lebih banyak dibanding perlakuan A1B1, sehingga lebih banyak protein susu yang terdegradasi menjadi asam-asam amino. Jika dikaitkan dengan teori yang ada, seharusnya perlakuan A3B4 yang menghasilkan kadar protein tertinggi dibanding perlakuan lain, hal ini disebabkan karena perbedaan penggunaan rasio bakteri yang digunakan. Pada perlakuan A3B3 komposisi *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* lebih besar daripada perlakuan A3B4



**Gambar 9. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Protein Terlarut Yoghurt**

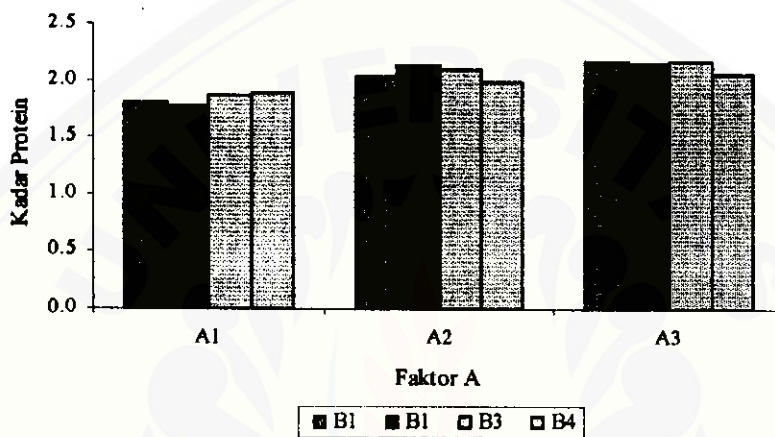
Kadar protein terlarut dalam yoghurt dihasilkan akibat adanya aktivitas bakteri asam laktat yang bersifat proteolitik, yaitu mampu mendegradasi protein menjadi asam-asam amino yang lebih sederhana. Starter bakteri asam laktat merupakan jenis bakteri auksotropik yaitu jenis bakteri yang hanya dapat tumbuh dengan baik dalam media yang kompleks (Batt, 1999).

Protein dalam susu merupakan kelompok protein konyugasi, yaitu protein yang bagian asam aminonya terikat pada bahan nonprotein khususnya fosfor, sehingga sering disebut fosfoprotein. Protein susu bersifat larut dalam air, tingkat kelarutan protein ditentukan oleh sifat kimia rantai samping asam-asam aminonya. Asam amino yang mempunyai rantai samping bersifat polar kelarutannya lebih tinggi dibanding asam amino yang memiliki rantai samping berdifat non polar. Rantai samping yang paling polar adalah rantai samping asam amino basa dan asam amino asam (Deman, 1997).

Menurut Cogan (1999), pada kategori bakteri thermophilik, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgarius* lebih bersifat proteolitik daripada *S. thermophilus*, selain itu *L. bulgarius* mampu menghidrolisa *casein* menjadi asam amino seperti *histidin*, *glisin*, *valin* dan *isoleusin*, yang dapat menstimulasi pertumbuhan *S. thermophilus*, sedangkan *S. thermophilus* menghasilkan format (dari laktosa) yang

dapat menstimulasi pertumbuhan *L. bulgaricus*. Jadi penggunaan kedua bakteri tersebut secara bersama-sama akan menghasilkan nilai kadar protein terlarut yang lebih banyak.

Faktor konsentrasi starter juga mempengaruhi kadar protein yang dihasilkan. Konsentrasi starter yang tinggi akan meningkatkan kadar protein yang terlarut, sebab semakin banyak protein susu yang bisa didegradasi. Hubungan antara konsentrasi starter dengan kadar protein terlarut disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Histogram Hubungan antara Rasio Jenis Starter dengan Kadar Protein Terlarut

#### 4.5 Derajat Keasaman (pH)

Hasil sidik ragam derajat keasaman (pH) menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi starter (Faktor A), perlakuan rasio jenis starter dan interaksinya memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap nilai pH yoghurt.

**Tabel 12. Hasil Sidik Ragam Derajat Keasaman (pH)**

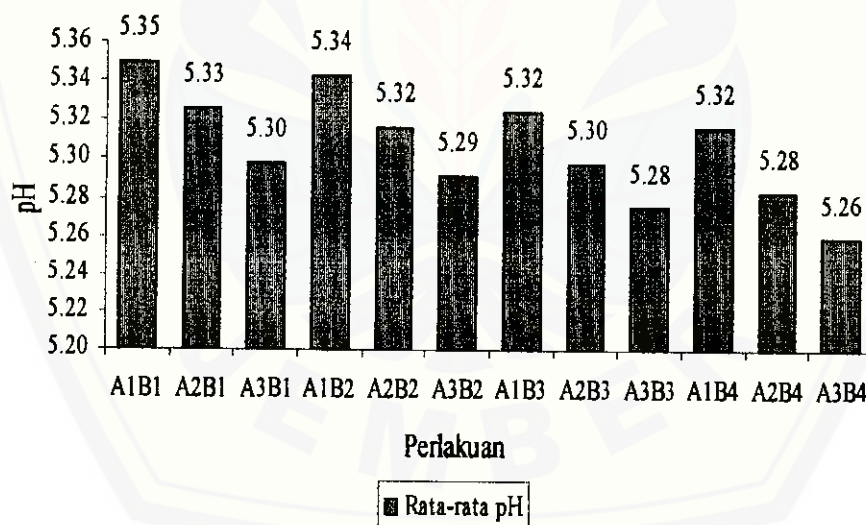
Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.663	0.332	32.63 <sup>**</sup>	3.44	5.72
Perlakuan	11	0.024	0.002	0.22 <sup>ns</sup>	2.26	3.18
A	2	0.016	0.008	0.81 <sup>ns</sup>	3.44	5.72
B	3	0.008	0.003	0.26 <sup>ns</sup>	3.05	4.82
A x B	6	0.024	0.004	0.40 <sup>ns</sup>	2.55	3.76
Galat	22	0.224	0.010			
Total	35	0.911			KK =	1.90%

Keterangan :

ns Tidak berbeda nyata

\*\* Berbeda sangat nyata

Derajat keasaman (pH) yang diharapkan dari masing-masing perlakuan berkisar antara 5.26 -5.35. Nilai rata-rata pH pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 11.

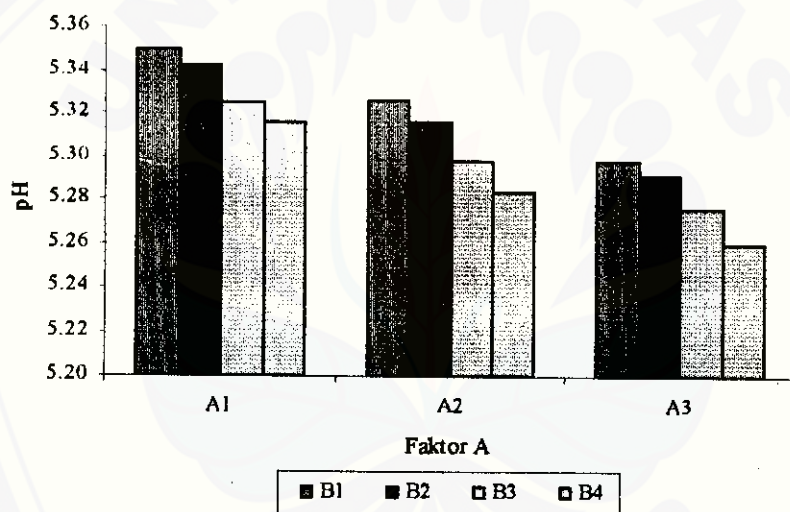
**Gambar 11. Diagram Pengaruh Perlakuan pada Derajat Keasaman (pH) Yoghurt**

Pada perlakuan A1B1 nilai derajat keasaman (pH) sangat tinggi diantara perlakuan yang lain, hal ini disebabkan oleh jumlah jenis starter yang digunakan,



dalam perlakuan ini konsentrasi starter yang digunakan 2% dan jumlah starter yang digunakan juga yang paling sedikit, sehingga kemampuan mikroba untuk menurunkan pH juga terbatas.

Berbeda dengan A1B1, A3B4 merupakan perlakuan yang memiliki nilai derajat keasaman (pH) paling rendah, hal ini dikarenakan dalam A3B4 konsentrasi starternya 4%, dan rasio jenis starternya terdiri dari 40% *L. plantarum*, 30% *L. bulgaricus*, dan 30% *S. thermophilus*, sehingga kemampuan untuk menurunkan pH akibat reaksi fermentasi lebih besar. Berikut disenaraikan histogram hubungan antara konsentrasi starter dan tingkat keasaman (pH) yoghurt.



**Gambar 12. Histogram Hubungan antara Rasio Starter dengan Derajat Keasaman (pH) Yoghurt**

Penggunaan Bakteri *genus Streptococci* dalam fermentasi susu akan menyebabkan terjadinya penurunan pH hingga mendekati 5,0 sedangkan *genus Lactobacilli* akan menyebabkan pH turun hingga 4,0 (Anonim, 2004). Penurunan pH juga dipengaruhi oleh sifat-sifat yang dimiliki oleh bakteri, seperti pada *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* dan *L. plantarum* yang tergolong dalam bakteri homofermentatif, yaitu bakteri yang selain mampu menghasilkan asam laktat 80% lebih banyak sehingga pH turun (De Felice, 2002).



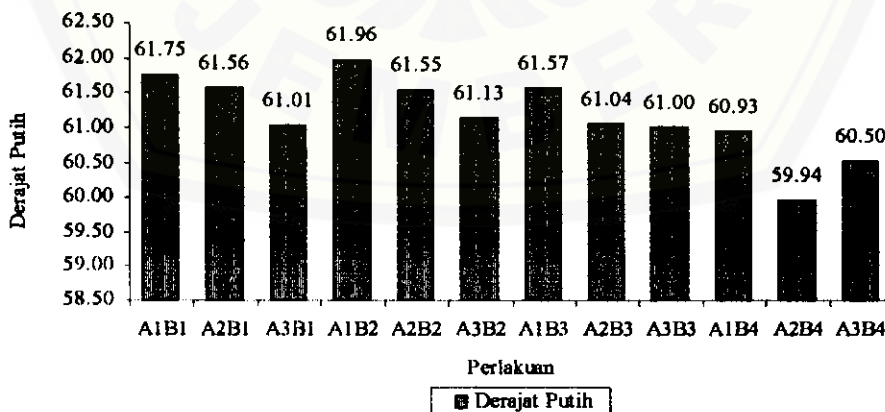
Selain itu proses fermentasi yang terjadi dalam yoghurt merupakan proses fermentasi anaerobik non alkoholis, yang hasilnya bukan senyawa alkohol tetapi berbentuk asam amino, asam organik, vitamin dan sebagainya (Supardi & Sukanto, 1999). Berikut ditampilkan tabel mengenai hasil akhir aktivitas enzim dalam proses degradasi biologis senyawa organik

**Tabel 13 Hasil Akhir Aktivitas Enzim dalam Proses Degradasi Biologis Senyawa Organik (Supardi, 1999)**

Senyawa	Enzim	Hasil Akhir	
		Proses Anaerobik	Proses Aerobik
Protein	Proteinase	Asam Amino, H <sub>2</sub> S, Metan, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , Alkohol, Asam organik, Fenol, Indol	Amonia, Nitrat, Nitrit, H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Alkohol, Asam organik, CO <sub>2</sub> dan H <sub>2</sub> O
Karbohidrat	Karbohidratase	CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , Alkohol, Asam lemak	Alkohol, Asam lemak, CO <sub>2</sub> dan H <sub>2</sub> O
Lemak	Lipase	Asam Lemak, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , Alkohol	Asam lemak, gliserol, alkohol, CO <sub>2</sub> dan H <sub>2</sub> O

#### 4.6 Warna

Nilai warna dari masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 13. Semakin tinggi nilai derajat putih pada perlakuan, maka kenampakan warna yoghurt semakin putih.



**Gambar 13. Diagram Pengaruh Perlakuan pada Warna Yoghurt (W)**

Berdasarkan hasil uji sidik ragam warna (derajat putih) yoghurt, didapatkan bahwa seluruh perlakuan baik konsentrasi starter (Faktor A), rasio jenis starter (Faktor B) dan interaksinya memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata.

**Tabel 14. Hasil Sidik Ragam Warna (Derajat Putih) Yoghurt**

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	1.85	0.92	0.56 <sup>ns</sup>	3.44	5.72
Perlakuan	11	10.46	0.95	0.57 <sup>ns</sup>	2.26	3.18
A	2	2.83	1.41	0.85 <sup>ns</sup>	3.44	5.72
B	3	6.46	2.15	1.30 <sup>ns</sup>	3.05	4.82
A x B	6	10.46	1.74	1.05 <sup>ns</sup>	2.55	3.76
Galat	22	36.53	1.66			
Total	35	4.88E+01			KK =	2.11%

Keterangan : ns Berbeda Tidak Nyata

Derajat putih tertinggi didapati pada perlakuan A1B2 sedangkan derajat putih terendah ditemui pada perlakuan A2B4. Warna putih pada susu diakibatkan oleh penyebaran butiran-butiran koloid lemak, kalsium kaseinat dan kalsium fosfat, sedangkan yang memberi warna kekuningan adalah karoten dan riboflavin (Buckle, 1987)

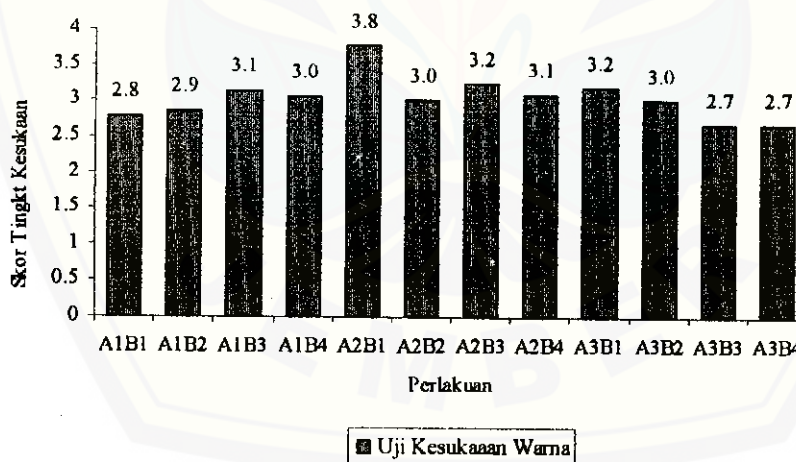
Perubahan warna juga dapat dipengaruhi oleh adanya aktivitas bakteri (Supardi & Sukanto, 1999). Pada perlakuan A1B2 kemampuan untuk menghasilkan asam laktat lebih tinggi dibandingkan A2B4, karena komposisi bakteri *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* lebih tinggi yaitu 40% sehingga asam laktat yang dihasilkan lebih tinggi. Asam laktat merupakan asam organik cair yang tidak berwarna dan larut dalam air maupun ethanol (Anonim, 2003). Sedangkan pada A2B4 warna kenampakan agak kekuningan dibanding pada perlakuan A1B2, hal ini disebabkan oleh adanya bakteri *L. plantarum* yang dapat memberikan warna yoghurt kekuning-kuningan, menurut Buchanan (1974), koloni bakteri *L. plantarum* dapat berwarna putih, bening atau kuning gelap.

#### 4.7 Uji Organoleptik

Pengujian produk secara indrawi atau yang sering disebut uji organoleptik terdiri dari beberapa macam metode. Dalam penelitian ini uji organoleptik yang dilakukan adalah uji hedonik atau uji kesukaan dengan 22 panelis tidak terlatih. Uji ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen terhadap yoghurt yang dihasilkan, adapun parameter yang diujikan adalah kesukaan terhadap warna, aroma, keasaman, dan keseluruhan. Skor kesukaan yang diberikan panelis terhadap sampel yang diujikan sangat tergantung pada selera dan pengetahuan panelis terhadap standar yang seharusnya dimiliki oleh produk yang diujikan

##### 4.7.1 Uji Kesukaan Warna

Berdasarkan nilai yang diberikan oleh panelis terhadap masing-masing perlakuan sangat berbeda nyata. Keragaman kesukaan panelis terhadap masing-masing warna yoghurt yang dihasilkan disajikan pada **Gambar 14**, skor kesukaan tertinggi terdapat pada perlakuan A2B1, dan terendah A3B4.



**Gambar 14.** Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Uji Kesukaan Warna

Hasil sidik ragam uji kesukaan warna pada **Tabel 15**, menunjukkan bahwa masing-masing panelis memiliki tingkat kesukaan yang berbeda sangat nyata terhadap warna yoghurt yang disajikan

**Tabel 15. Hasil Sidik Ragam Uji Kesukaan Warna Yoghurt**

Sidik Keragama	db	Jumlah Kudrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Kelompok	21	63.731	3.035			
Perlakuan	11	23.769	2.161	3.256	**	1.830
Galat	231	153.314	0.664			2.325
Total	263	240.814				

Keterangan : \*\* Berbeda sangat nyata

Pada perlakuan A2B1 warna yang dihasilkan masih relatif berwarna putih, sesuai dengan data yang diperoleh dari perhitungan derajat putih yaitu 61,55. sedangkan warna pada perlakuan A3B4 dengan nilai derajat putih 60,50 berwarna putih kekuning-kuningan.

Warna yang terbentuk pada masing-masing perlakuan pada dasarnya berbeda tidak nyata, sehingga menyulitkan panelis dalam menentukan pilihannya. Yoghurt yang disenangi panelis adalah yoghurt yang berwarna putih seperti susu segar, yaitu yoghurt dengan perlakuan A2B1 dengan skor kesukaan rata-rata 3,7 yang berarti cukup suka sedangkan pada perlakuan A3B4 skor rata-rata yang didapat adalah 2,5 yang berarti tidak suka.

#### 4.7.2 Uji Kesukaan Aroma

Hasil sidik ragam uji kesukaan aroma yoghurt pada Tabel 16 menunjukkan bahwa masing-masing panelis memiliki tingkat kesukaan yang berbeda sangat nyata terhadap yoghurt yang disajikan.

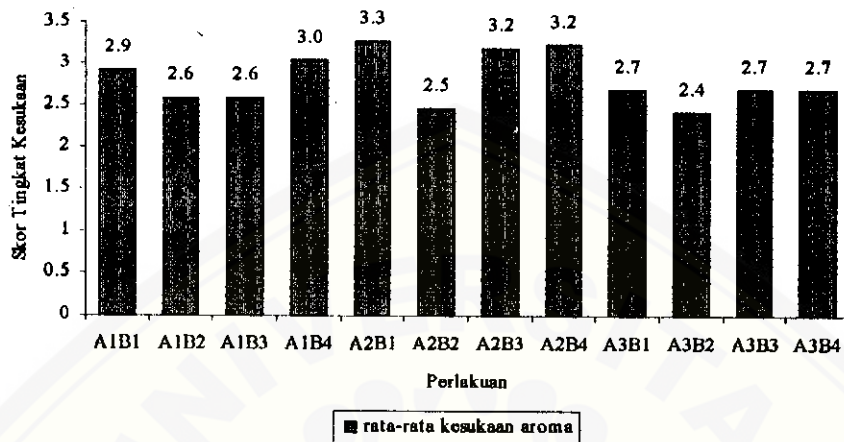
**Tabel 16. Hasil Sidik Ragam Uji Kesukaan Aroma Yoghurt**

Sidik Keragama	db	Jumlah Kudrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Kelompok	21	66.364	3.160			
Perlakuan	11	22.530	2.048	2.495	**	1.830
Galat	231	189.636	0.821			2.325
Total	263	278.530				

Keterangan : \*\* Berbeda sangat nyata

Aroma khas yang dihasilkan dari yoghurt adalah berbau khas susu dan agak asam, hal ini terjadi akibat adanya aktivitas bakteri yang menghasilkan asam

laktat dan aroma asam. Berikut disenaraikan diagram pengaruh perlakuan terhadap uji kesukaan aroma.



**Gambar 15. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Uji Kesukaan Aroma**

Berdasarkan diagram yang ada, panelis lebih menyukai yoghurt dengan aroma yang kurang asam, yaitu pada perlakuan A2B1 dengan skor kesukaan rata-rata 3,27 sedangkan pada perlakuan A3B2 dengan skor rata-rata 2,40 kurang disukai panelis karena aroma asam yang terlalu kuat.

Pada perlakuan A2B1 total asam yang dihasilkan lebih rendah yaitu 0,391 dan pH 5,33 sehingga aroma yang dihasilkan masih memiliki aroma khas susu, sedangkan pada perlakuan A3B2 aroma khas susu sudah berkurang karena total asam yang dihasilkan lebih tinggi yaitu 0,495 dengan pH 5,29 sehingga berbau lebih asam.

#### 4.7.3 Uji Kesukaan Keasaman

Pada uji ini bertujuan untuk mengetahui kesukaan konsumen atau panelis terhadap tingkat keasaman dari masing-masing perlakuan. Berdasarkan hasil sidik ragam uji kesukaan keasaman yoghurt didapatkan bahwa masing-masing panelis menunjukkan tingkat kesukaan yang berbeda sangat nyata terhadap yoghurt yang disajikan.

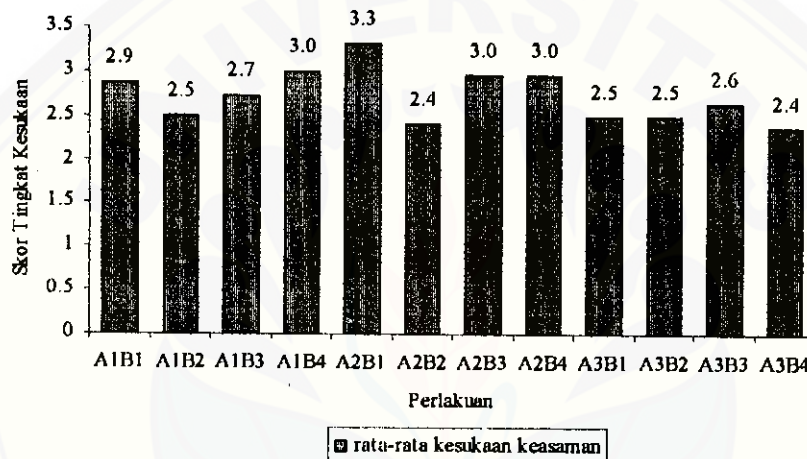


**Tabel 17. Hasil Sidik Ragam Uji Kesukaan Keasaman Yoghurt**

Sidik Keragama	db	Jumlah Kudrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		
					5%	1%	
Kelompok	21	98.364	4.684				
Perlakuan	11	20.727	1.884	2.699	**	1.830	2.325
Galat	231	161.273	0.698				
Total	263	280.364					

Keterangan : \*\* Berbeda tidak nyata

Tingkat kesukaan panelis terhadap keasaman yoghurt pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 16.



**Gambar 16. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Uji Kesukaan Keasaman**

Berdasarkan diagram tersebut, yoghurt yang paling disenangi adalah yoghurt dengan perlakuan A2B1 dengan skor kesukaan rata-rata 3,32 sedangkan yang paling tidak disukai adalah perlakuan A3B4 dengan skor kesukaan rata-rata 2,36. Pada A2B1 bau asam yang dihasilkan kurang menyengat dibanding pada perlakuan A3B4, hal ini disebabkan karena total asam yang dihasilkan perlakuan A3B4 lebih tinggi dibanding A2B1.

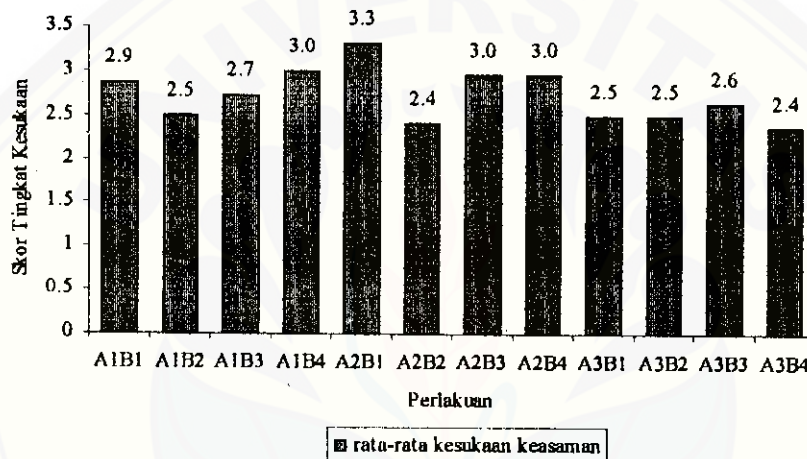


**Tabel 17. Hasil Sidik Ragam Uji Kesukaan Keasaman Yoghurt**

Sidik Keragama	db	Jumlah Kudrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel		
					5%	1%	
Kelompok	21	98.364	4.684				
Perlakuan	11	20.727	1.884	2.699	**	1.830	2.325
Galat	231	161.273	0.698				
Total	263	280.364					

Keterangan : \*\* Berbeda tidak nyata

Tingkat kesukaan panelis terhadap keasaman yoghurt pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 16.



**Gambar 16. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Uji Kesukaan Keasaman**

Berdasarkan diagram tersebut, yoghurt yang paling disenangi adalah yoghurt dengan perlakuan A2B1 dengan skor kesukaan rata-rata 3,32 sedangkan yang paling tidak disukai adalah perlakuan A3B4 dengan skor kesukaan rata-rata 2,36. Pada A2B1 bau asam yang dihasilkan kurang menyengat dibanding pada perlakuan A3B4, hal ini disebabkan karena total asam yang dihasilkan perlakuan A3B4 lebih tinggi dibanding A2B1.

#### 4.7.4 Uji Kesukaan Keseluruhan (Aroma, Warna, Keasaman)

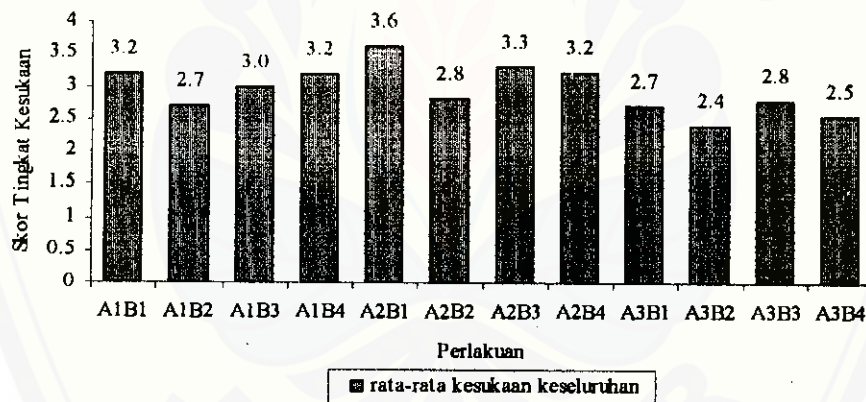
Hasil sidik ragam uji kesukaan keseluruhan terhadap yoghurt yang disajikan diketahui bahwa masing-masing panelis memiliki tingkat kesukaan secara keseluruhan yang berbeda sangat nyata.

**Tabel 18. Hasil Sidik Ragam Uji Kesukaan Keseluruhan Yoghurt**

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kudrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Kelompok	21	77.455	3.688			
Perlakuan	11	31.727	2.884	4.962 **	1.830	2.325
Galat	231	134.273	0.581			
Total	263	243.455				

Keterangan : \*\* Berbeda sangat nyata

Tingkat kesukaan panelis terhadap yoghurt yang disajikan, ditinjau dari seluruh parameter yang diujikan, ditampilkan pada Gambar 17.



**Gambar 17. Diagram Pengaruh Perlakuan terhadap Uji Kesukaan Keseluruhan**

Yoghurt dengan perlakuan A2B1 merupakan yoghurt yang paling disukai panelis dengan skor kesukaan rata-rata 3,64, sedangkan yoghurt dengan perlakuan A3B2 kurang disukai panelis dengan skor kesukaan rata-rata 2,40. Pada perlakuan A2B1 memiliki warna yang relatif putih seperti susu segar dengan aroma yang masih berbau khas susu dan tidak terlalu asam, sedangkan pada perlakuan A3B2 memiliki warna yang putih kekuning-kuningan dengan aroma khas susu yang kurang menyengat namun bau asam yang menyengat.

#### 4.8 Uji Efektifitas

Hasil uji efektifitas yang dilakukan pada masing-masing perlakuan disajikan pada Lampiran 13. Nilai uji tertinggi didapatkan dari perlakuan A3B3 yang terdiri dari 3% starter dan komposisi bakteri sebagai berikut, 35% *S. thermophilus*, 35% *L. bulgaricus*, dan 30% *L. plantarum*.

Berdasarkan hasil uji tersebut, perlakuan A3B3 mengandung total mikroba sebanyak  $4,09 \times 10^7$  sel/ml; gula reduksi 10,54%; total asam 0,498; kadar protein terlarut 2,156; derajat keasaman 5,28; warna 61,00% (kuning pucat); skor warna 3,2 (cukup suka); skor aroma 2,7 (tidak suka); skor keasaman 2,5 (tidak suka); skor keseluruhan 2,7 (tidak suka).



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan mengenai penelitian yang dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Inokulasi jenis bakteri asam laktat memberikan pengaruh nyata terhadap total mikroba, total asam, kadar gula reduksi, kadar protein terlarut, derajat keasaman dan warna (derajat putih) yang dihasilkan dalam pembuatan yoghurt.
2. Perbedaan penggunaan konsentrasi starter juga memberikan pengaruh terhadap total mikroba, total asam, kadar gula reduksi, kadar protein terlarut, derajat keasaman dan warna (derajat putih) yang dihasilkan oleh yoghurt
3. Perlakuan yang paling efektif berdasarkan uji efektifitas adalah perlakuan A3B3, yang terdiri dari 3% starter dan komposisi bakteri sebagai berikut, 35% *S. thermophilus*, 35% *L. bulgaricus*, dan 30% *L. plantarum*. Dengan kandungan total mikroba sebanyak  $4,09 \times 10^7$  sel/ml; gula reduksi 10,54%; total asam 0,498; kadar protein terlarut 2,156; derajat keasaman 5,28; warna 61,00% (kuning pucat); skor warna 3,2 (cukup suka); skor aroma 2,7 (tidak suka); skor keasaman 2,5 (tidak suka); skor keseluruhan 2,7 (tidak suka).

### 5.2 Saran

Pemanfaatan yoghurt sebagai media probiotik sudah dikenal dunia pangan sejak lama, namun viabilitas probiotik dan komposisi kimia yang dihasilkan oleh aktivitas bakteri dalam penelitian ini belum dapat dirinci dengan jelas. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai viabilitas probiotik selama penyimpanan dan komposisi kimia yoghurt yang lebih terperinci.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003. **Introduction to Dairy Science and Technology: Milk History, Consumption, Production, and Composition.** <http://www.foodsci.voguelph.ca/dairyedu/home.html>.
- , 2003. **The Columbia Electronic Encyclopedia, 6th ed: Lactantius, Lucius Caelius Firmianus: Lactic Acid.** Columbia University Press. <http://www.infoplease.com/ce6/sci/A0828535/html>.
- , 2004. **Lactobacillus plantarum/rhamnosus/salivarius (Hypoallergenic).** <http://www.allergyresearchgroup.com/prodesc/discuss/lactobacillus>
- , 2004. **Live and Active Culture (LAC) Yoghurt Facts.** <http://www.aboutyoghurt.com>
- , 2004. **Yoghurt Production.** <http://www.ibt.dhu.dk/research/food/techweb>.
- Apriadji, Wied. 2002. **Khasiat Yoghurt untuk Pengobatan.** Dalam Sedap Sekejap. <http://www.pikiran-rakyat.com>
- Battcock, M dan Sue Azam – Ali. 1998. **Fermented Fruits and Vegetables. A Global Perspective** in FAO Agricultural Service Buletin no 134. <http://www.fao.org/docrep/x0560e/x0560e.10htm>.
- Batt, C. A. 1999. **Lactobacillus Introduction. USA : Department of Food Science, Cornell University.** <http://www.apress.gvpi.net/apfmicro/ipext.dll>.
- Bennion, M. 1980. **The Science of Food.** New York: John Wiley & Son. Inc.
- Buchanan, R.E dan N.E Gibbons. 1974. **Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 8<sup>th</sup> edition.** Baltimore USA: The Williams & Wilkins Company.
- Buckle, K.A, R.A. Edwards, G.H. Fleet dan M. Wootton. 1987. **Ilmu Pangan.** Terjemahan Hadi Purnomo dkk dari *Food Science*. (tanpa tahun). Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Cogan, T. M. 1999. **Starter Cultures : Cultures Employed in Cheese Making.** Ireland: Dairy Product Research Centre. <http://www.apress.gvpi.net/apfmicro/ipext.dll>

- DeFelice, K. 2002. **Dairy – the Multi Faceted Substance**.  
<http://www.lactospore.com/back.htm>
- De Garmo, E.P, W. G. Sullivan, J. R. Canada. 1984. **Engineering Economy 7<sup>th</sup> Edition**. New York : Macmillan Publishing Company .
- Deman, J. M. 1997. **Kimia Makanan**. Terjemahan Kosasih Padmawinata dari *Principle of Food Chemistry* (1989). Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Dugas, J. 2004. **Lactic Acid Bacteria Activity**.  
<http://www.waksmanfoundation.org/labs/mbi/lactic.html>.
- Fuller, R. 1997. **Probiotic 2 : Application and Practical Aspects**. London: Chapman & Hall.
- Gaman, P.M, K.B. Sherrington. 1994. **Ilmu Pangan : Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi edisi ke-2**. Terjemahan Murdijati Gardjito dkk dari *The Science of Food, an Introduction to Food Science, Nutrition and Microbiology 2nd ed.* (tanpa tahun). Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Goldberg, I dan R. Williams. 1991. **Biotechnology and Food Ingredients**. New York: Van Nostrand Reinhold.
- \_\_\_\_\_, 1999. **Functional Food : Designer Food, Pharmafoods, Nutraceuticals**. Gaithersburg. Maryland: Aspen Publisher. Inc.
- Hadiwiyoto, S. 1983. **Hasil-Hasil Olahan Susu, Ikan, Daging dan Telur**. Yogyakarta: Liberty.
- Jay, M. J. 1992. **Modern Food Microbiology 4<sup>th</sup> edition**. New York: Chapman & Hall.
- Koroleva, N.S. 1991. **Product Prepared with Lactic Acid Bacteria and Yeast**. In :Robinson, RK (Ed) *Therapeutics of Fermented Milk*. England: Elsevier Applied Science.
- Koswara, S. 1995. **Teknologi Pengolahan Kedelai**. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Labouze, E. 2004. **Yoghurt & Fermented Milks**.  
<http://www.usprobiotics.org/docs/scientific%20letter>.

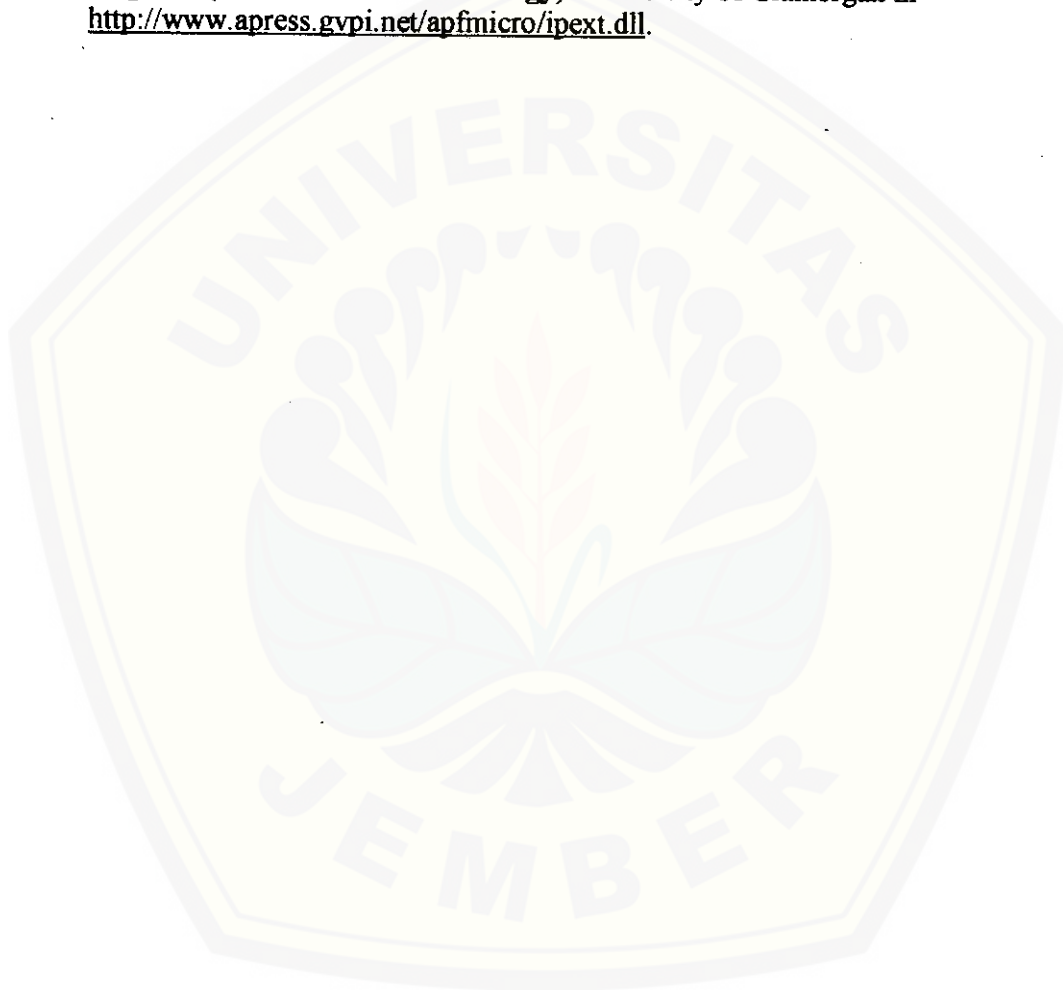


- Lake, R. 2003. **Food and Drugs Administration : Milk and Cream Products and Yoghurt Products, Petition to Revoke Standards for Lowfat Yoghurt and Nonfat Yoghurt and Amend Standards for Yoghurt and Cultured Milk.** [http://www.hc-sc.gc.com/food-aliment/friia-raaii/food\\_drugs-aliments\\_droques/act-lo](http://www.hc-sc.gc.com/food-aliment/friia-raaii/food_drugs-aliments_droques/act-lo).
- Macfarlane, G.T. 1998. **Probiotics and Prebiotic.** <http://www.ighawaii.com/naturally/newsletter/biotic.html>.
- Magnusson, J. 2003. **Antifungal Actievity of Lactic acid Bacteria.** Upsala Sweden: Department of Microbiology. Swedish University of Agricultural Science.
- Purnawijayanti, H. A. 2001. **Sanitasi Higiene dan Keselamatan Kerja dalam Pengolahan Makanan** Yogyakarta: Kanisius.
- Rahayu, K, dan S. Sudarmadji. 1989. **Mikrobiologi Pangan.** Yogyakarta : Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.
- Rukmana, R. 2001. **Yoghurt dan Karamel Susu.** Yogyakarta: Kanisius.
- Salminen, S dan Von Wriyth. A. 1998. **Lactic Acid Bacteria : Microbiology and Fungsional Aspect 2<sup>nd</sup> edition.** New York : Marcel Dekker Inc.
- Sanders, M.E. 2003. **Probiotics : Consideration for Human Health.** [http://www.mesanders.com/probiotics\\_definition.htm](http://www.mesanders.com/probiotics_definition.htm).
- Setiadji. 1998. **Kimia Dasar 2 (Kimia Organik) Diktat Kuliah.** Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Shaw, W. 2004. **The Microorganism in the Gastrointestinal Tract.** [http://www.parentsofallergicchildren.org/microorganism\\_in\\_the\\_gut.htm](http://www.parentsofallergicchildren.org/microorganism_in_the_gut.htm).
- Standbury, P.F and A. Whitaker. 1990. **Principle Of Fermentation Technology.** Oxford: Pegamon Press.
- Sudarmadji, S, Bambang H, dan Suhadi. 1997. **Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian.** Yogyakarta : Liberty.
- Supardi, I dan Sukamto. 1999. **Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan.** Bandung: Alumni.
- Syarief, R dan Anies I. 1988. **Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian.** Jakarta: PT. Mediyatama Sarana Perkasa.

Wibudi, A dan E, Karyadi, 2001. **Solusi Tepat Pencernaan Sehat** (*Seminar Setengah Hari di Jakarta*) dalam <http://www.klinikpria.com/nondokter/liputan/bakteridanpencernaansehat.html>

Winarno, F.G. 1997. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

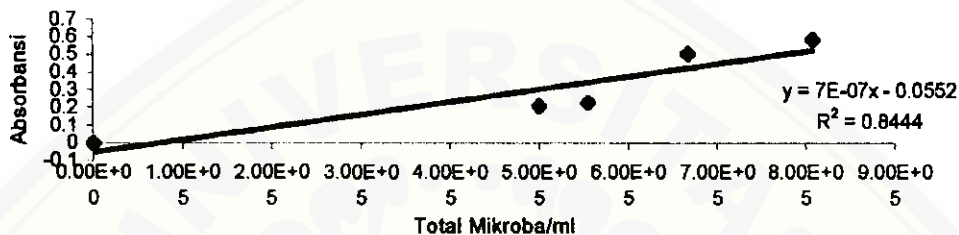
Williams, J. 2004. **Production of Fermented Milk Products : Buttermilk & Yoghurt (Module Food Microiology)**. University of Glamorgan in <http://www.apress.gvpi.net/apfmicro/ipext.dll>.



**Lampiran 1. Kurva Standar Total Mikroba**

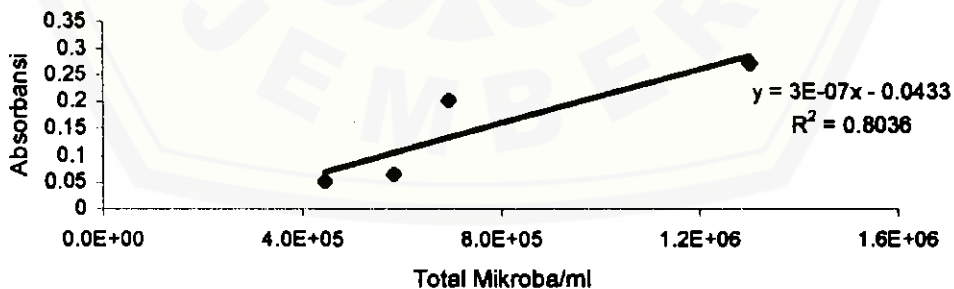
Jumlah Mikroba	Absorbansi
0	0
5.00E+05	0.209
5.55E+05	0.229
6.67E+05	0.505
8.08E+05	0.584

**Kurva Standar Total Mikroba  
(S.thermophilus dan L.bulgaricus)**



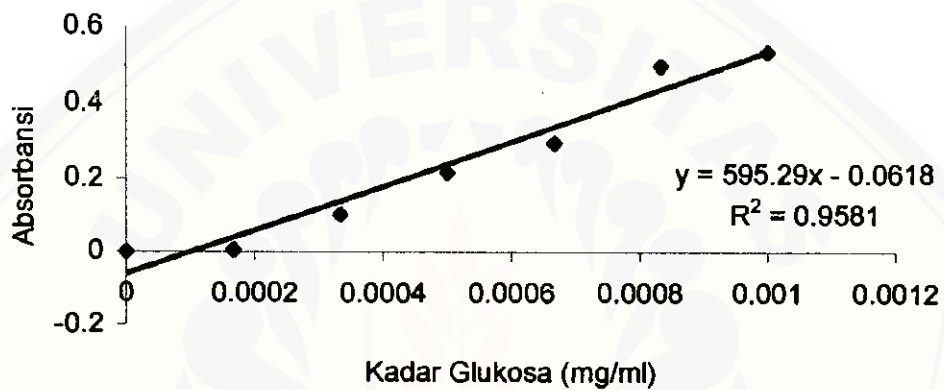
Jumlah Mikroba	Absorbansi
0	0
4.44E+05	0.053
5.83E+05	0.066
6.94E+05	0.202
1.30E+06	0.273

**KURVA STANDAR TOTAL MIKROBA  
(S.thermophilus, L.bulgaricus, L.plantarum)**



**Lampiran 2. Kurva Standar Gula Reduksi (DNS)**

Glukosa (mg/ml)	Absorbansi
0	0.006
0.0001667	0.103
0.0003333	0.215
0.0005	0.295
0.0006667	0.396
0.0008333	0.498
0.001	0.534

**KURVA STANDAR GLUKOSA (DNS)**

**Lampiran 3. Data Pengamatan Total Mikroba Yoghurt**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	9.80E+06	2.35E+07	2.56E+07	5.89E+07	1.96E+07
A2B1	1.78E+07	2.19E+07	2.72E+07	6.69E+07	2.23E+07
A3B1	2.07E+07	1.20E+07	4.34E+07	7.61E+07	2.54E+07
A1B2	2.27E+07	3.78E+07	2.39E+07	8.44E+07	2.81E+07
A2B2	2.87E+07	3.04E+07	4.73E+07	1.06E+08	3.55E+07
A3B2	1.65E+07	5.28E+07	5.08E+07	1.20E+08	4.00E+07
A1B3	2.64E+07	3.79E+07	4.01E+07	1.04E+08	3.48E+07
A2B3	2.05E+07	3.75E+07	4.45E+07	1.03E+08	3.42E+07
A3B3	2.36E+07	4.13E+07	5.79E+07	1.23E+08	4.09E+07
A1B4	1.98E+07	5.31E+07	3.33E+07	1.06E+08	3.54E+07
A2B4	1.19E+07	3.09E+07	7.68E+07	1.20E+08	3.99E+07
A3B4	2.87E+07	4.32E+07	5.60E+07	1.28E+08	4.26E+07
Jumlah	2.47E+08	4.22E+08	5.27E+08	1.20E+09	3.32E+07
Rata-rata	2.06E+07	3.52E+07	4.39E+07		

**Hasil Uji F hitung Total Mikroba Yoghurt**

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	3.33E+15	1.66E+15	13.39 **	3.44	5.72
Perlakuan	11	1.93E+15	1.75E+14	1.41 <sup>ns</sup>	2.26	3.18
A	2	3.62E+14	1.81E+14	1.45 <sup>ns</sup>	3.44	5.72
B	3	1.50E+15	5.00E+14	4.02 *	3.05	4.82
A x B	6	1.93E+15	3.22E+14	2.59 *	2.55	3.76
Galat	22	2.74E+15	1.24E+14			
Total	35	7.99E+15			KK =	33.56%

Keterangan :

- ns Tidak berbeda nyata
- \* Berbeda nyata
- \*\* Berbeda sangat nyata

**Hasil Uji DNMRT Total Mikroba\***

Nilai rata-rata	Perlakuan	Notasi
4.26E+07	A3B4	f
2.54E+07	A3B1	df
4.09E+07	A3B3	df
3.55E+07	A2B2	df
4.00E+07	A3B2	d
2.23E+07	A2B1	d
3.42E+07	A2B3	d
3.99E+07	A2B4	cd
3.54E+07	A1B4	bc
3.48E+07	A1B3	ab
2.81E+07	A1B2	ab
1.96E+07	A1B1	a

**Lampiran 4. Data Pengamatan Total Asam Yoghurt**

Perlakuan	Ujangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	0.383	0.331	0.335	1.049	0.350
A2B1	0.378	0.397	0.397	1.172	0.391
A3B1	0.504	0.468	0.486	1.458	0.486
A1B2	0.315	0.450	0.315	1.080	0.383
A2B2	0.473	0.383	0.378	1.233	0.411
A3B2	0.504	0.576	0.405	1.485	0.495
A1B3	0.360	0.371	0.371	1.103	0.371
A2B3	0.432	0.389	0.405	1.226	0.409
A3B3	0.486	0.513	0.495	1.494	0.498
A1B4	0.397	0.410	0.403	1.210	0.403
A2B4	0.536	0.410	0.378	1.323	0.441
A3B4	0.473	0.470	0.467	1.410	0.470
Jumlah	5.239	5.167	4.836	15.241	0.423
Rata-rata	0.437	0.431	0.403		

**Hasil Uji F hitung Total Asam Yoghurt**

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.008	0.004	1.98 <sup>ns</sup>	3.44	5.72
Perlakuan	11	0.095	0.009	4.42 <sup>**</sup>	2.26	3.18
A	2	0.084	0.042	21.70 <sup>**</sup>	3.44	5.72
B	3	0.004	0.001	0.67 <sup>ns</sup>	3.05	4.82
A x B	6	0.095	0.016	8.11 <sup>**</sup>	2.55	3.76
Galat	22	0.043	0.002			
Total	35	0.145			KK =	10.42%

Keterangan :

- ns Tidak berbeda nyata
- \* Berbeda nyata
- \*\* Berbeda sangat nyata

**Hasil Uji DNMRT Total Asam Yoghurt\***

Nilai Rata-rata	Perlakuan	Notasi
0.498	A3B3	f
0.495	A3B2	f
0.486	A3B1	ef
0.470	A3B4	e
0.441	A2B4	d
0.411	A2B2	c
0.409	A2B3	c
0.403	A1B4	c
0.391	A2B1	c
0.350	A1B1	b
0.383	A1B2	a
0.371	A1B3	a



**Lampiran 5. Data Pengamatan Kadar Protein Terlarut**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	1.78	1.70	1.92	5.40	1.80
A2B1	2.10	1.97	2.01	6.08	2.03
A3B1	2.29	2.24	1.92	6.45	2.15
A1B2	1.64	1.97	1.70	5.30	1.77
A2B2	2.29	1.97	2.10	6.36	2.12
A3B2	2.10	2.10	2.23	6.43	2.14
A1B3	1.19	2.24	2.16	5.59	1.86
A2B3	2.20	2.06	2.01	6.27	2.09
A3B3	1.92	2.31	2.23	6.47	2.16
A1B4	1.56	2.24	1.83	5.63	1.88
A2B4	1.94	1.88	2.13	5.95	1.98
A3B4	1.94	2.10	2.10	6.14	2.05
Jumlah	22.94	24.77	24.36	72.07	2.00
Rata-rata	1.91	2.06	2.03		

**Hasil Uji F Hitung Kadar Protein Terlarut**

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.154	0.077	1.45 <sup>ns</sup>	3.44	5.72
Perlakuan	11	0.665	0.060	1.14 <sup>ns</sup>	2.26	3.18
A	2	0.583	0.291	5.49 <sup>*</sup>	3.44	5.72
B	3	0.022	0.007	0.14 <sup>ns</sup>	3.05	4.82
A x B	6	0.665	0.111	2.09 <sup>ns</sup>	2.55	3.76
Galat	22	1.166	0.053			
Total	35	1.985			KK =	11.50%

**Hasil Uji DNMRT Kadar Protein Terlarut\***

Nilai Rata-rata	Perlakuan	Notasi
2.156	A3B3	d
2.150	A3B1	d
2.144	A3B2	d
2.120	A2B2	cd
2.089	A2B3	cd
2.047	A3B4	cd
2.028	A2B1	cd
1.983	A2B4	bc
1.876	A1B4	ab
1.864	A1B3	ab
1.799	A1B1	a
1.768	A1B2	a

**Lampiran 6. Data Pengamatan Gula Reduksi Yoghurt**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	14.62%	14.48%	15.94%	45.04%	15.01%
A2B1	13.28%	13.99%	15.56%	42.83%	14.28%
A3B1	11.48%	14.09%	13.22%	38.78%	12.93%
A1B2	12.03%	14.41%	12.00%	38.44%	12.61%
A2B2	12.00%	11.72%	10.43%	34.15%	11.38%
A3B2	10.87%	11.45%	9.84%	32.15%	10.72%
A1B3	8.34%	14.62%	14.86%	37.81%	12.60%
A2B3	5.06%	15.42%	13.39%	33.87%	11.29%
A3B3	9.35%	13.17%	9.10%	31.62%	10.54%
A1B4	7.08%	15.38%	13.78%	36.24%	12.08%
A2B4	7.05%	13.36%	13.76%	34.18%	11.39%
A3B4	10.07%	10.27%	10.10%	30.44%	10.15%
Jumlah	121.21%	162.35%	151.99%	435.55%	12.10%
Rata-rata	10.10%	13.53%	12.67%		

**Hasil Uji F hitung Gula Reduksi**

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.00763	0.00381	8.14 <sup>**</sup>	3.44	5.72
Perlakuan	11	0.00735	0.00067	1.42 <sup>ns</sup>	2.26	3.18
A	2	0.00251	0.00125	2.67 <sup>ns</sup>	3.44	5.72
B	3	0.00476	0.00159	3.38 <sup>*</sup>	3.05	4.82
A x B	6	0.00735	0.00122	2.61 <sup>*</sup>	2.55	3.76
Galat	22	0.01031	0.00047			
Total	35	0.02529			KK =	17.90%

**Keterangan:**

- n Tidak berbeda nyata
- \* Berbeda nyata
- \*\* Berbeda sangat nyata

**Hasil Uji DNMRT Gula Reduksi\***

Nilai Rata-rata	Perlakuan	Notasi
15.01%	A1B1	a
14.28%	A2B1	a
12.93%	A3B1	a
12.81%	A1B2	ab
12.60%	A1B3	ab
12.08%	A1B4	ab
11.39%	A2B4	bc
11.38%	A2B2	bc
11.29%	A2B3	c
10.72%	A3B2	c
10.54%	A3B3	d
10.15%	A3B4	d

**Lampiran 7. Data Pengamatan Derajat Keasaman (pH) Yoghurt**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	5.6	5.4	5.1	16.0	5.35
A2B1	5.6	5.4	5.0	16.0	5.33
A3B1	5.4	5.4	5.1	15.9	5.30
A1B2	5.6	5.4	5.1	16.0	5.34
A2B2	5.4	5.4	5.1	15.9	5.32
A3B2	5.3	5.4	5.2	15.9	5.29
A1B3	5.5	5.4	5.1	16.0	5.32
A2B3	5.4	5.4	5.1	15.9	5.30
A3B3	5.4	5.4	5.1	15.8	5.28
A1B4	5.5	5.4	5.1	15.9	5.32
A2B4	5.1	5.4	5.3	15.8	5.28
A3B4	5.3	5.4	5.1	15.8	5.26
Jumlah	65.0	64.6	61.4	191.0	5.31
Rata-rata	5.4	5.4	5.1		

**Hasil Uji F hitung Derajat Keasaman (pH)**

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	0.663	0.332	32.63 **	3.44	5.72
Perlakuan	11	0.024	0.002	0.22 <sup>ns</sup>	2.26	3.18
A	2	0.016	0.008	0.81 <sup>ns</sup>	3.44	5.72
B	3	0.008	0.003	0.26 <sup>ns</sup>	3.05	4.82
A x B	6	0.024	0.004	0.40 <sup>ns</sup>	2.55	3.76
Galat	22	0.224	0.010			
Total	35	0.911			KK =	<b>1.90%</b>

Keterangan:

- n Tidak berbeda nyata
- \* Berbeda nyata
- \* Berbeda sangat nyata

**Lampiran 8. Data Pengamatan Warna Yoghurt**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	5.6	5.4	5.1	16.0	5.35
A2B1	5.6	5.4	5.0	16.0	5.33
A3B1	5.4	5.4	5.1	15.9	5.30
A1B2	5.6	5.4	5.1	16.0	5.34
A2B2	5.4	5.4	5.1	15.9	5.32
A3B2	5.3	5.4	5.2	15.9	5.29
A1B3	5.5	5.4	5.1	16.0	5.32
A2B3	5.4	5.4	5.1	15.9	5.30
A3B3	5.4	5.4	5.1	15.8	5.28
A1B4	5.5	5.4	5.1	15.9	5.32
A2B4	5.1	5.4	5.3	15.8	5.28
A3B4	5.3	5.4	5.1	15.8	5.26
Jumlah	65.0	64.6	61.4	191.0	5.31
Rata-rata	5.4	5.4	5.1		

**Hasil Uji F hitung Warna Yoghurt**

Sidik Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-Hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Kelompok	2	1.85	0.92	0.56 <sup>ns</sup>	3.44	5.72
Perlakuan	11	10.46	0.95	0.57 <sup>ns</sup>	2.26	3.18
A	2	2.83	1.41	0.85 <sup>ns</sup>	3.44	5.72
B	3	6.46	2.15	1.30 <sup>ns</sup>	3.05	4.82
A x B	6	10.46	1.74	1.05 <sup>ns</sup>	2.55	3.76
Galat	22	36.53	1.66			
Total	35	4.88E+01			KK =	2.11%

**Lampiran 9. Data Uji Organoleptik Warna Yoghurt**

Perlakuan	Jumlah Panels																						Jumlah rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
A1B1	4	2	1	4	2	1	2	2	3	4	3	1	3	3	4	3	3	3	4	3	4	2	61
A1B2	4	3	3	3	2	1	3	2	3	3	4	2	3	2	3	4	3	3	2	3	4	3	63
A1B3	5	3	3	2	4	2	3	2	3	5	2	2	4	2	4	2	3	4	3	3	5	3	69
A1B4	3	3	2	3	2	3	3	2	3	4	3	2	4	2	4	2	4	4	4	4	3	3	67
A2B1	5	4	5	5	3	3	3	4	2	3	5	4	4	4	4	4	4	2	3	4	5	3	83
A2B2	3	3	4	2	2	4	3	2	3	4	4	3	3	2	3	4	2	2	3	5	3	2	66
A2B3	4	3	3	4	2	4	4	2	2	3	3	3	3	2	4	4	2	2	4	5	4	4	71
A2B4	4	3	4	2	2	4	4	2	2	3	3	2	4	4	4	4	2	2	3	2	4	4	68
A3B1	3	4	3	4	2	4	3	2	3	3	4	3	4	3	4	4	2	2	4	3	3	3	70
A3B2	2	4	4	3	2	3	3	2	4	4	3	2	4	3	4	4	1	3	4	2	2	3	66
A3B3	3	4	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	4	1	3	3	5	3	2	59
A3B4	3	4	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	4	1	3	3	5	3	2	59
Jumlah	43	40	36	38	27	33	35	26	34	42	38	28	42	31	43	44	28	33	40	44	43	34	802
Rerata	3.58	3.33	3.00	3.17	2.25	2.75	2.92	2.17	2.83	3.50	3.17	2.33	3.50	2.58	3.58	3.67	2.33	2.75	3.33	3.67	3.58	2.83	

**Hasil Uji F hitung Uji Organoleptik Warna Yoghurt**

Keragaman	db	Jumlah Kudrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Kelompok	21	61.955	2.950			
Perlakuan	11	21.258	1.933	3.179	**	1.830
Galat	231	140.409	0.608			2.325
Total	263	223.621				

**Hasil Uji DNMRT**

Nilai rata-rata	Perlakuan	Notasi
2.55	A3B4	a
2.68	A3B3	b
2.77	A1B1	c
2.86	A1B2	d
3.00	A3B2	e
3.00	A2B2	e
3.05	A1B4	f
3.09	A2B4	g
3.14	A1B3	h
3.18	A3B1	i
3.23	A2B3	j
3.77	A2B1	k

Lampiran 10. Data Uji Organoleptik Aroma Yoghurt

Perlakuan	Jumlah Panelis																						Jumlah rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
A1B1	5	5	3	1	4	3	3	3	3	4	1	1	1	3	1	3	2	4	4	2	5	3	64
A1B2	2	4	2	1	2	4	2	3	3	5	5	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	57
A1B3	2	4	2	2	2	2	3	3	3	4	2	2	2	2	2	2	4	2	3	4	2	3	57
A1B4	4	3	2	3	2	5	3	3	3	4	4	2	2	3	2	2	3	1	4	5	4	3	67
A2B1	4	2	5	3	3	4	3	3	4	4	2	3	3	2	3	4	3	3	4	3	4	3	72
A2B2	2	2	4	3	2	4	2	3	4	3	3	2	2	2	1	2	3	2	2	2	2	2	54
A2B3	4	4	3	3	1	1	3	3	4	5	5	2	2	3	1	3	4	3	4	5	4	3	70
A2B4	4	3	2	3	2	2	2	3	4	3	5	4	4	2	4	5	2	4	3	4	4	2	71
A3B1	3	3	2	4	1	2	2	3	3	3	4	2	2	3	2	4	3	3	2	3	3	2	59
A3B2	4	2	2	4	1	2	3	3	3	2	1	1	1	3	1	3	2	2	2	4	4	3	53
A3B3	3	5	1	4	2	2	2	3	2	2	4	3	3	2	3	3	2	2	2	4	3	2	59
A3B4	4	2	2	5	1	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	1	3	5	4	2	59
Jumlah	41	39	30	36	23	34	30	36	39	42	39	26	26	29	24	35	33	29	36	44	41	30	742
Rerata	3.42	3.25	2.50	3.00	1.92	2.83	2.50	3.00	3.25	3.50	3.25	2.17	2.17	2.42	2.00	2.92	2.75	2.42	3.00	3.67	3.42	2.50	

Hasil Uji F hitung Uji Organoleptik Aroma Yoghurt

Sidik	db	Jumlah Kudrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel
Ketompok	21	66.364	3.160		5%
Perlakuan	11	22.530	2.048	2.495 **	1%
Galat	231	189.636	0.821	1.830	2.325
Total	263	278.530			

Keterangan :

Hasil Uji DNMRT

Nilai Rata-rata	Perlakuan	Notasi
2.41	A3B2	a
2.45	A2B2	b
2.59	A1B2	c
2.59	A1B3	c
2.68	A3B4	d
2.68	A3B3	d
2.68	A3B1	d
2.91	A1B1	e
3.05	A1B4	f
3.18	A2B3	g
3.23	A2B4	h
3.27	A2B1	i

Lampiran 11. Data Uji Organoleptik Keasaman Yoghurt



Perlakuan	Jumlah Panelis																						Jumlah rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
A1B1	5	4	4	2	4	2	3	2	3	2	1	1	4	3	1	3	2	3	2	4	5	3	63
A1B2	2	5	2	2	2	3	2	2	3	4	3	2	3	2	2	2	2	2	2	4	2	2	55
A1B3	2	3	2	4	2	1	3	3	3	4	4	2	4	3	2	3	2	3	3	2	2	3	60
A1B4	4	4	2	5	2	4	2	4	2	4	3	3	4	2	3	2	1	3	2	5	4	2	66
A2B1	4	3	4	3	2	4	3	2	3	4	1	3	5	2	3	5	3	4	4	4	4	3	73
A2B2	2	4	3	1	1	2	2	2	3	3	3	1	4	2	1	2	4	2	3	4	2	2	53
A2B3	4	4	2	3	1	2	3	2	4	4	4	2	3	2	2	4	1	4	4	3	4	3	65
A2B4	4	4	3	2	2	1	2	2	3	3	4	3	3	3	3	5	3	3	3	3	4	2	65
A3B1	3	3	1	1	1	1	2	2	3	3	3	2	4	3	2	3	3	3	3	5	3	2	55
A3B2	4	2	1	1	1	2	3	2	2	2	1	4	3	3	1	3	4	3	2	5	4	3	55
A3B3	3	4	1	2	2	3	2	2	2	3	2	3	4	2	3	3	4	3	2	5	4	3	55
A3B4	4	5	2	1	1	2	2	2	2	3	2	3	4	2	3	3	3	2	3	4	3	2	58
Jumlah	41	45	27	27	21	27	29	25	35	38	32	24	45	29	24	36	31	33	34	47	41	29	720
Rerata	3.42	3.75	2.25	2.25	1.75	2.25	2.42	2.08	2.92	3.17	2.67	2.00	3.75	2.42	2.00	3.00	2.58	2.75	2.83	3.92	3.42	2.42	

**Hasil Uji F hitung Uji Organoleptik Keasaman Yoghurt**

Keragaman	db	Jumlah Kuadrat		F Hitung		F tabel	
		Kuadrat Tengah	Kuadrat Tengah	5%	1%		
Kelompok	21	98.364	4.684				
Perlakuan	11	20.727	1.884	2.699	**	1.830	2.325
Galat	231	161.273	0.698				
Total	263	280.364					

**Hasil Uji DNMRT**

Nilai Rata-rata	Perlakuan	Notasi
2.36	A3B4	a
2.41	A2B2	b
2.50	A1B2	c
2.50	A3B2	c
2.50	A3B1	c
2.64	A3B3	d
2.73	A1B3	e
2.86	A1B1	f
2.95	A2B4	g
2.95	A2B3	g
3.00	A1B4	h
3.32	A2B1	i

Lampiran 12. Data Uji Organoleptik Keseluruhan Yoghurt

Perakuan	Jumlah Panelis																				Jumlah rerata		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21	22
A1B1	5	4	4	1	4	2	3	3	3	4	3	1	3	3	3	3	3	3	4	3	5	3	70
A1B2	3	4	3	1	2	3	2	3	3	4	5	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2	59
A1B3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	5	4	2	4	2	4	2	3	3	3	4	2	3	66
A1B4	4	3	2	3	2	4	3	3	3	5	4	2	4	3	3	2	2	2	4	5	4	3	70
A2B1	5	3	5	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	5	3	80
A2B2	2	3	5	1	2	3	2	3	4	3	5	3	3	2	3	2	4	2	3	3	2	2	62
A2B3	4	4	3	2	1	2	3	3	4	4	5	3	2	3	4	4	3	3	4	5	4	3	73
A2B4	4	3	4	1	2	2	3	3	3	3	5	2	3	4	4	5	3	3	3	4	4	3	71
A3B1	3	3	2	3	1	2	2	3	3	3	3	2	3	3	4	3	2	2	3	4	3	2	59
A3B2	3	2	2	2	1	2	3	3	3	2	2	1	3	3	1	3	2	2	2	5	3	3	53
A3B3	3	5	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	2	3	3	3	2	2	3	5	3	2	61
A3B4	4	4	1	3	1	2	2	3	3	3	2	1	3	2	2	2	3	2	3	4	4	2	58
Jumlah	42	41	35	25	24	29	31	36	39	43	44	26	39	32	36	35	34	29	38	49	42	31	780
Rerata	3.5	3.4	2.9	2.1	2.0	2.4	2.6	3.0	3.3	3.6	3.7	2.2	3.3	2.7	3.0	2.9	2.8	2.4	3.2	4.1	3.5	2.6	

Hasil Uji F hitung Uji Organoleptik Keseluruhan Yoghurt

Sidik	db	Jumlah Kudrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel
					5% 1%
Kelompok	21	77.455	3.688		
Perlakuan	11	31.727	2.884	4.962 **	1.830 2.325
Galat	231	134.273	0.581		
Total	263	243.455			

Hasil Uji DNMRT

Nilai rerata	Perakuan	Nota
3.64	A2B1	j
3.32	A2B3	i
3.23	A2B4	h
3.18	A1B1	g
3.18	A1B4	g
3.00	A1B3	f
2.82	A2B2	e
2.77	A3B3	d
2.68	A1B2	c
2.68	A3B1	c
2.55	A3B4	b
2.41	A3B2	a

Lampiran 13. Data Uji efektifitas

Parameter	Nilai Hasil Perhitungan													
	B. Variabel	B. Normal	A1B1	A2B1	A3B1	A1B2	A2B2	A3B2	A1B3	A2B3	A3B3	A1B4	A2B4	A3B4
Total Asam	1	0.110	0.00	0.03	0.10	0.02	0.05	0.11	0.02	0.04	0.11	0.04	0.07	0.09
pH	1	0.110	0.00	0.03	0.06	0.01	0.04	0.07	0.03	0.06	0.09	0.04	0.08	0.11
Gula Reduksi	1	0.110	0.00	0.02	0.05	0.05	0.08	0.10	0.05	0.08	0.10	0.07	0.08	0.11
Kadar Protein	1	0.110	0.01	0.07	0.11	0.00	0.10	0.11	0.03	0.09	0.11	0.03	0.06	0.08
Total Mikroba	1	0.110	0.00	0.01	0.03	0.04	0.08	0.10	0.07	0.07	0.10	0.08	0.10	0.11
Derajat Putih	0.9	0.099	0.09	0.08	0.05	0.10	0.08	0.06	0.08	0.05	0.05	0.05	0.00	0.03
Warna	0.7	0.077	0.01	0.01	0.03	0.03	0.08	0.02	0.04	0.03	0.04	0.02	0.00	0.00
Aroma	0.8	0.088	0.05	0.02	0.02	0.06	0.09	0.00	0.08	0.08	0.03	0.00	0.03	0.03
Kesamaan	0.8	0.088	0.05	0.01	0.03	0.06	0.09	0.00	0.05	0.05	0.01	0.01	0.03	0.00
Keseluruhan	0.9	0.099	0.06	0.02	0.05	0.06	0.10	0.03	0.07	0.07	0.02	0.00	0.03	0.01
Total	9.1	1	0.10	0.24	0.40	0.22	0.42	0.54	0.28	0.41	0.57	0.30	0.39	0.63

Parameter	Data Terbaik	Data Terjelek	Nilai Hasil Pengamatan											
			A1B1	A2B1	A3B1	A1B2	A2B2	A3B2	A1B3	A2B3	A3B3	A1B4	A2B4	A3B4
Total Asam	0.350	0.498	0.350	0.391	0.486	0.383	0.411	0.496	0.371	0.409	0.498	0.403	0.441	0.470
pH	5.35	5.26	5.35	5.33	5.30	5.34	5.32	5.29	5.32	5.30	5.28	5.32	5.28	5.26
Gula Reduksi	15.01%	10.15%	15.01%	14.28%	12.93%	12.81%	11.38%	10.72%	12.80%	11.29%	10.54%	12.08%	11.39%	10.15%
Kadar Protein	1.768	2.156	1.799	2.028	2.150	1.768	2.120	2.144	1.864	2.089	2.156	1.876	1.983	2.047
Total Mikroba	1.98E+07	4.26E+07	1.98E+07	2.23E+07	2.54E+07	2.81E+07	3.55E+07	4.00E+07	3.48E+07	3.42E+07	4.08E+07	3.54E+07	3.98E+07	4.26E+07
Derajat Putih	59.94	61.96	61.75	61.58	61.01	61.96	61.55	61.13	61.57	61.04	61.00	60.93	59.94	60.50
Warna	2.7	3.8	2.8	2.9	3.1	3.0	3.8	3.0	3.2	3.1	3.2	3.0	2.7	2.7
Aroma	2.4	3.3	2.9	2.6	2.6	3.0	3.3	2.5	3.2	3.2	2.7	2.4	2.7	2.7
Kesamaan	2.36	3.32	2.9	2.5	2.7	3.0	3.3	2.4	3.0	3.0	2.5	2.5	2.6	2.4
Keseluruhan	2.41	3.64	3.2	2.7	3.0	3.2	3.6	2.8	3.3	3.2	2.7	2.4	2.8	2.5