

**KARAKTERISTIK FISIK DAN ORGANOLEPTIK KEJU MARKISA
DENGAN PEMBERIAN LEVEL STARTER (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527)
DAN LAMA PEMERAMAN YANG BERBEDA**

SKRIPSI

**SULMIYATI
1 411 03 011**



UPT	29 - 05 - 2007
Tgl	Peternakan
	1 (satu) sds
	H
No.	37/29 - 5 - 2007
No. 17.5	

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL TERNAK
JURUSAN PRODUKSI TERNAK
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2007**

**KARAKTERISTIK FISIK DAN ORGANOLEPTIK KEJU MARKISA
DENGAN PEMBERIAN LEVEL STARTER (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527)
DAN LAMA PEMERAMAN YANG BERBEDA**

SKRIPSI

Oleh:

SULMIYATI
I 411 03 011

*Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Peternakan Pada fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin*

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL TERNAK
JURUSAN PRODUKSI TERNAK
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2007**

Judul Penelitian : Karakteristik Fisik dan Organoleptik Keju Markisa dengan Pemberian Level Starter (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527) dan Lama Pemeraman yang Berbeda.

Nama : Sulmiyati

No. Pokok : I 411 03 011

Program Studi : Teknologi Hasil Ternak

Jurusan : Produksi Ternak

Fakultas : Peternakan

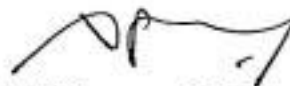
Skripsi ini telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama



Dr. drh. Ratmawati Malaka, M.Sc
Nip. 131 870 654

Pembimbing Anggota



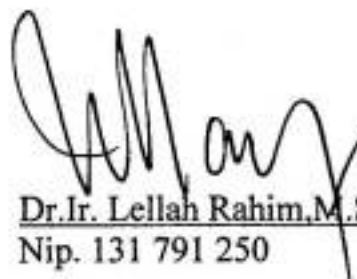
Dr. Ir. H. Syamsuddin Garantjang, M. Agr. Sc
Nip. 130 535 952

Dekan Fakultas Peternakan



Prof. Dr. Ir. Syamsuddin Hasan, M.Sc
Nip. 130 785 064

Ketua Jurusan Produksi Ternak



Dr. Ir. Lellah Rahim, M. Sc
Nip. 131 791 250

Tanggal Lulus : 14 Mei 2007

KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Wr. Wb.

Dengan memanjatkan puji dan syukur Ke-hadirat **Allah Yang Maha Esa**, berkat Rahmat karunia-Nya jualah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada **Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar**.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya, penulis haturkan kepada Ibu **Dr. drh. Ratmawati Malaka, M.Sc**, selaku pembimbing utama dan Bapak **Dr.Ir.H.Syamsuddin Garantjang,M.Agr.Sc**, selaku pembimbing anggota yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, petunjuk, arahan maupun dorongan yang sangat berarti sejak persiapan penulisan hingga selesainya penulisan skripsi ini.

Secara khusus penulis ucapkan banyak terima kasih dengan segenap cinta dan hormat kepada Ayahanda tercinta **H.Muh. Natsir Makka,SH** dan ibunda tercinta **Hj.Nur Syuhada** atas segala pengorbanannya baik materi dan moral secara rohani dan jasmani dan saudara-saudara saya **Kakanda Rijal,ST, Rihal,ST, Sunarty,A.Md, Suterina,A.Md** dan adik bungsu **M.Fajar Shadiq** yang telah turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis merasa segala upaya dan daya tersibak dalam sanubari yang bergejolak dalam menghadapi semua hambatan maupun rintangan yang tak sedikit dan menurunkan gejolak hasrat yang menggebu. Namun atas bantuan dan dorongan yang diberikan berbagai pihak, maka penulis menghaturkan banyak terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak **Prof.Dr.Ir.H.Syamsuddin Hasan,M.Sc**, selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin dan Bapak **Dr.Ir.Lellah Rahim,M.Sc** selaku Ketua Jurusan Produksi Ternak dan Ketua Program Studi Teknologi Hasil Ternak Bapak **Prof.Dr.Ir.H.MS.Effendi Abustam,M.Sc**.
2. Penulis secara khusus ucapkan banyak terima kasih kepada Ibu **Fatma Marruddin,S.Pt.MP**, selaku Penasihat Akademik yang telah memberikan arahan dan motivasi hingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar
3. Teman sesama peneliti **Idar'03**, dan teman-teman seangkatan **SPIDER'03: Babe, Ana, Ujang, Jojo, Wahyu, Mufii, Dian, Rahmi, Eka, Herman, Lexi, Oya, Sari, Fika**, dan semua orang yang tak sempat disebutkan namanya satu persatu, saya ucapkan banyak terima kasih atas kesempatannya untuk menghadiri seminar penulis dan tak lupa penulis ucapkan banyak terima kasih kepada para **panelis dan staff administrasi** yang membantu penulis menyusun berkas-berkas hingga penulis dapat menyelesaikan studinya.
4. Teman-teman **KKN PAP-2 Desa Gunung Perak**, terutama Kordes kakanda **K'Arif'02, K'Dirga'02, K'Kiki'02, K'Tina'02, K'Anti,02, Ririn'03** dan terkhusus kepada **K'Yusi'02**.

Sebagai penutup semoga telah tersusunnya skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Makassar, 07 Mei 2007

SULMIYATI

RINGKASAN

SULMIYATI (1 411 03 011). Karakteristik Fisik dan Organoleptik Keju Markisa dengan Pemberian Level Starter (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527) dan Lama Pemeraman yang Berbeda. Dibawah Bimbingan **RATMAWATI MALAKA** sebagai pembimbing Utama dan **H. SYAMSUDDIN GARANTJANG** sebagai pembimbing anggota.

Keju merupakan makanan yang dibuat dari dadih susu, dipisahkan dengan *whey*, diperoleh dengan penggumpalan bagian *casein* dari susu penuh dan susu skim. Proses penggumpalan umumnya menggunakan asam laktat, asam klorida atau dengan menambahkan enzim protease misalnya *rennet*, *mucor rennin* atau dengan meningkatkan keasaman susu melalui fermentasi asam laktat atau dengan kombinasi kedua teknik tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan bakteri asam laktat (BAL) *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* 527 dan lama pemeraman terhadap kualitas fisik dan organoleptik keju terhadap warna, bau, serta rasa. Kegunaan penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengembangan teknologi dalam bidang pengolahan susu khususnya keju.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Maret 2007 di Pusat Kegiatan Penelitian Universitas Hasanuddin, Makassar. Alat-alat yang digunakan adalah waterbath, inkubator, gelas ukur 1000 ml dan gelas ukur 100 ml, tabung reaksi, gelas Erlenmeyer, autoklaf, timbangan analitik, pH meter, CD-Shear Force, termometer, cetakan keju beserta alat pengepres dan penyaring, plastik klip, kertas label dan aluminium foil. Bahan-bahan yang digunakan adalah susu rekonstitusi 10%, *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527, sari buah markisa, garam, alkohol, dan aquades.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Pola Faktorial dengan faktor A adalah Level starter yaitu 0,5%, 1%, 1,5% dan faktor B lama pemeraman yaitu 1, 2, 3 dan 4 minggu. Parameter yang diamati yaitu produksi *curd*, persentase *whey*, kekerasan, pH, serta uji organoleptik atas warna, bau, dan rasa. Prosedur penelitian terdiri atas beberapa tahap yaitu: pembuatan susu rekonstitusi, penumbuhan starter kultur *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527, pembuatan keju yang terdiri atas pasteurisasi, penambahan starter kultur, penambahan sari buah markisa, pemotongan dan pemanasan *curd*, penyaringan, penggaraman, pencetakan dan pengepresan, serta pengemasan dan pemeraman. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan analisis ragam pola searah dan pola faktorial, apabila perlakuan menunjukkan pengaruh nyata, maka dilakukan Uji BNT (Gaspersz, 1991).

Hasil yang diperoleh terlihat level starter sangat berpengaruh nyata ($P < 0,01$) terhadap produksi *curd*, % *whey*, kekerasan keju, penurunan pH dan rasa keju dan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap warna dan bau. Lama pemeraman berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap warna, bau, dan rasa, kekerasan keju serta penurunan pH serta terjadi interaksi antara level starter dan lama pemeraman terhadap rasa keju markisa yang dihasilkan.

SUMMARY

SULMIYATI (141103011). Physical and Organoleptic Properties Passion Fruit Cheese with Different Level of Starter (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527) and was Ripening Time. Supervised by **RATMAWATI MALAKA** as Supervisor and **H. SYAMSUDDIN GARANTJANG** as Co. supervisor.

Cheese is food made by curd milk, separation with whey, the result with coagulation casein from whole milk and skim milk. General coagulation process use lactic acid, chloride acid, or with different protease enzim as rennet, mucor rennin or with increase of acidity by lactic acid fermentacion or two technical combination.

The aim of this research was to knowed influence different lactic acid bacteria (LAB) *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527 and was ripening time for quality physical and organoleptic of cheese as colour, surface measurement and taste. Use of this research was to develop of technology in milk process especially for cheese.

This research is begin February to March 2007 in Pusat Kegiatan Penelitian (PKP) (Research Center) of Hasanuddin University, Makassar. Instrument used was waterbath, incubator, measure glass 1000 ml and 100 ml, reaction tube, Erlenmeyer glass, autocraft, analytic weighing, pH-meter, CD-Shear Force, termometer, pressure and filter cheese, plastic clip, label paper and aluminium foil. Material research used was reconstitution of milk 10%, *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527, passion fruit essence, salt, alkohol, and aquades.

This research of analysis in varied scales by using Complete Random Design by direction design to measure curd production and whey percentation and Complete Random Design by Factorial design 3 x 4 with three replication, where Faktor A was starter level (0,5; 1; and 1,5%) and Factor B was ripening time (1, 2, 3 and 4 week). Parameter received at curd production, whey percentation, hardness, pH, and measurement of test organoleptik is colour, surface and taste. Research procedur beginning make reconstitution of milk 10%, the act of growing *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 and maked cheese is beginning pasteurization, different of starter, different of passion fruit eccenses, cutting and warm curd, filter, salted, shape and preasure cheese with package and ripening. According data than analysis by direction design analysis and factorial design, when varnished is influence, then doing BNT test (Gaspersz, 1991).

Result to the research that different level of starter was significant ($P < 0,01$) on curd production, whey percentation, hardness of cheese, decrease of pH and taste of cheese, and significant ($P < 0,05$) on colour and surface measurement. Ripening time significant ($P < 0,01$) on colour, surface measurement and taste of cheese. Interaction of starter level and ripening time was significant on taste of passion fruits cheese.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAM PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN.....	1
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Komponen susu.....	3
2.1.1 Lemak Susu.....	3
2.1.2 Protein Susu	4
2.1.3 Karbohidrat Susu.....	5
2.1.4 Vitamin dan Mineral Susu	6
2.2 Tinjauan Umum Keju.....	6
2.3 Karakteristik Keju	8
2.4 Mekanisme Koagulasi.....	10
2.5 Kualitas Keju.....	12
2.6 Tinjauan Umum Markisa	13
2.7 Fermentasi Susu	16
2.8 Bakteri Asam Laktat	17
2.9 Ripening pada Keju dengan Starter Kultur	19
III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat	21
3.2 Materi Penelitian.....	21
3.3 Metode Penelitian.....	21

3.3.1 Rancangan Penelitian	21
3.3.2 Prosedur Penelitian.....	22
3.3.2.1 Pemeliharaan Starter Kultur.....	22
3.3.2.2 Pembuatan Susu Rekonstitusi 10%.....	22
3.3.2.3 Pembuatan Keju	22
3.3.3 Parameter yang Diamati.....	24
3.3.3.1 Produksi <i>Curd</i>	24
3.3.3.2 Persentase <i>Whey</i>	24
3.3.3.3 Kekerasan Keju	24
3.3.3.3 pH Keju	25
3.3.3.3 Uji Organoleptik.....	25
3.3.4 Analisis Data	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Pengaruh Level Starter <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527 terhadap Produksi <i>Curd</i>	29
4.2 Pengaruh Level Starter <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527 terhadap Persentase <i>Whey</i>	30
4.3 Pengaruh Level Starter <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527 terhadap Penurunan pH Keju Markisa.....	32
4.4 Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Penurunan pH Keju Markisa .	33
4.5 Pengaruh Level Starter <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527 terhadap Kekerasan Keju Markisa	34
4.6 Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Kekerasan keju Markisa	35
4.7 Uji Organoleptik.....	36
4.8 Pengaruh Level Starter <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527 terhadap Warna Keju Markisa	36
4.9 Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Warna Keju Markisa	38
4.10 Pengaruh Level Starter <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527 terhadap Bau Keju markisa.....	39
4.11 Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Bau Keju Markisa.....	40

4.12 Pengaruh Level Starter <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527 terhadap Rasa Keju Markisa	41
4.13 Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Rasa Keju Markisa	42
V. KESIMPULAN DAN SARAN	45
VI. DAFTAR PUSTAKA	46
VII. LAMPIRAN.....	48
VIII. RIWAYAT HIDUP	74

DAFTAR TABEL

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Proporsi Kandungan Gizi Susu Segar dalam Per Liter	7
2.	Komposisi Dasar Keju	9
3.	Rata-rata Nilai pH Keju Markisa dengan Penambahan Level Starter <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527 dan Lama Pemeraman yang Berbeda	32
4.	Rata-rata nilai Kekerasan Keju Markisa (kg/cm^2) dengan Penambahan Level Starter <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527 dan Lama Pemeraman yang Berbeda.....	34
5.	Rata-rata Hasil Pengamatan Warna Keju Markisa dengan Penambahan Level Starter <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527 dan Lama Pemeraman yang Berbeda.....	37
6.	Rata-rata Hasil Pengamatan Bau Keju Markisa dengan Penambahan Level Starter <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527 dan Lama Pemeraman yang Berbeda.....	39
7.	Rata-rata Hasil Pengamatan Rasa Keju Markisa dengan Penambahan Level Starter <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527 dan Lama Pemeraman yang Berbeda.....	41

DAFTAR GAMBAR

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Pemecahan Glukosa oleh Bakteri Asam Laktat Homo-fermentatif dengan Jalur EMP (Embden Meyerhoff Parnas).....	16
2.	Pemecahan Glukosa Oleh Bakteri Asam Laktat Hetero-fermentatif.....	17
3.	Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	28
4.	Rata-rata Produksi <i>Curd</i> dan Persentase <i>Whey</i> dengan Penambahan Level Starter <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527.....	29
5.	Grafik Rasa Keju Markisa dengan Level Starter <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527 dan Lama Pemeraman yang Berbeda.....	44
6.	Sari Buah Markisa Level 10%.....	72
7.	Starter Induk <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> Strain 527.....	72
8.	Gumpalan <i>Curd</i> , Keju Muda, Keju Dibungkus Alufo, Keju Setelah Pemeraman.....	73

DAFTAR LAMPIRAN

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Hasil Perhitungan Produksi <i>Curd</i> (%) Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527).....	48
2.	Tabel Sidik Ragam Produksi <i>Curd</i> Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527).....	49
3.	Uji Beda Nyata (BNT) Produksi <i>Curd</i> Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527).....	49
4.	Hasil Perhitungan Persentase <i>Whey</i> Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527).....	50
5.	Tabel Sidik Ragam Persentase <i>Whey</i> Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527).....	51
6.	Uji Beda Nyata (BNT) Persentase <i>Whey</i> Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527).....	51
7.	Hasil Perhitungan pH Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527) dan Lama Pemeraman	52
8.	Tabel Sidik Ragam pH Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527) dan Lama Pemeraman.....	54
9.	Uji Beda Nyata (BNT) pH Keju Markisa terhadap Pengaruh Pemberian Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527).....	55
10.	Uji Beda Nyata (BNT) pH Keju Markisa terhadap Pengaruh Lama Pemeraman.....	55
11.	Hasil Perhitungan Kekerasan (kg/cm^2) Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527) dan Lama Pemeraman	56
12.	Tabel Sidik Ragam Kekerasan (kg/cm^2) Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527) dan Lama Pemeraman	58
13.	Uji Beda Nyata (BNT) Kekerasan (kg/cm^2) Keju Markisa terhadap Pengaruh Pemberian Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527).....	59

14. Uji Beda Nyata (BNT) Kekerasan (kg/cm^2)Keju Markisa terhadap Pengaruh Lama Pemeraman.....	59
15. Hasil Perhitungan Warna Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527) dan Lama Pemeraman	60
16. Tabel Sidik Ragam Warna Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527) dan Lama Pemeraman.....	62
17. Uji Beda Nyata (BNT) Warna Keju Markisa terhadap Pengaruh Pemberian Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527).....	63
18. Uji Beda Nyata (BNT) Warna Keju Markisa terhadap Pengaruh Lama Pemeraman.....	63
19. Hasil Perhitungan Bau Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527) dan Lama Pemeraman	64
20. Tabel Sidik Ragam Bau Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527) dan Lama Pemeraman.....	66
21. Uji Beda Nyata (BNT) Bau Keju Markisa terhadap Pengaruh Pemberian Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527).....	67
22. Uji Beda Nyata (BNT) Bau Keju Markisa terhadap Pengaruh Lama Pemeraman.....	67
23. Hasil Perhitungan Rasa Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527) dan Lama Pemeraman	68
24. Tabel Sidik Ragam Rasa Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527) dan Lama Pemeraman.....	70
25. Uji Beda Nyata (BNT) Rasa Keju Markisa terhadap Pengaruh Pemberian Level Starter (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 527).....	71
26. Uji Beda Nyata (BNT) Rasa Keju Markisa terhadap Pengaruh Lama Pemeraman.....	71
27. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian Pembuatan Keju Fermentasi	72

PENDAHULUAN

Peternakan sapi perah di Sulawesi Selatan terutama di daerah Enrekang dan Sinjai telah dipusatkan sebagai daerah produksi susu. Susu merupakan bahan pangan alami dengan nilai nutrisi yang lengkap dan telah dikonsumsi oleh hampir seluruh lapisan masyarakat, namun kualitas dan manfaatnya belum banyak dipahami oleh masyarakat, salah satu cara dalam pemanfaatan susu yaitu pembuatan keju.

Keju merupakan makanan yang dibuat dari dadih susu yang dipisahkan dengan *whey*, diperoleh dengan penggumpalan kasein dari susu penuh atau dari susu skim yang tidak dapat dikerjakan dengan separasi. Proses penggumpalan umumnya menggunakan asam (asam laktat, asam klorida, asam sitrat), panas, radiasi atau dengan menambahkan enzim protease misalnya *rennet*, *mucor rennin* atau dengan meningkatkan keasaman susu melalui fermentasi asam laktat atau dengan kombinasi teknik tersebut (Susilorini dan Sawitri, 2006).

Markisa merupakan komoditi khas Sulawesi Selatan dan sentra produksi terutama di daerah Gowa, Tana Toraja, Sinjai, Enrekang dan Polewali-Mamasa. Sekarang ini telah timbul pemikiran untuk memanfaatkan buah markisa dalam bentuk sari buah markisa pada produk olahan susu yaitu keju. Hal ini didasarkan bahwa sari buah markisa memiliki keasaman yang tinggi karena mengandung asam sitrat sekitar 2,4-4,8% yang mempunyai pH antara 2,6-3,2. Kandungan asam tersebut menyebabkan sari buah markisa dalam pengolahan keju dapat digunakan sebagai bahan penggumpal. Hasil dari analisa Zuriyati (2007), proses penggumpalan kasein pada susu rekonstitusi terjadi pada level konsentrasi sari buah markisa sekitar 10%.

Susu rekonstitusi adalah susu yang diperoleh dengan melarutkan susu bubuk atau susu kental dengan air untuk mengembalikan total padatan dan air, penggunaan susu rekonstitusi dimaksudkan untuk memperoleh komponen kimia yang diinginkan serta komponen tersebut konstan untuk menghindari terjadinya keragaman pada setiap pelakuan. Hal ini menunjukkan pada level konsentrasi sari buah markisa 10% casein sudah dapat digumpalkan dan sudah dapat membentuk *curd* yang teksturnya sudah bagus, akan tetapi keju yang dihasilkan masih terasa hambar dan lunak. Oleh sebab itu timbul pemikiran untuk menambahkan bakteri asam laktat yaitu starter *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527 dalam pemeraman .

Pemanfaatan aktivitas starter *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527 dimaksudkan untuk membantu dalam penggumpalan kasein susu serta dengan adanya aktivitas dari bakteri pada pemeraman menyebabkan keju mengalami perubahan fisik dan kimia yang diinginkan seperti terbentuknya flavor, aroma, tekstur , daya cerna dan daya simpan.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka dengan penambahan starter dan pemeraman dapat menghasilkan keju yang mempunyai karakteristik fisik dan organoleptik yang jauh lebih baik dari keju yang tidak dilakukan penambahan starter dan pemeraman. Kegunaan penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan untuk pengembangan teknologi dalam pengolahan susu khususnya keju.

TINJAUAN PUSTAKA

Komponen Susu

Susu adalah suatu hasil sekresi yang komposisinya sangat berbeda dari komposisi darah yang merupakan asal susu. Misalnya lemak susu, kasein, laktosa yang disintesa oleh alveoli dalam ambing. Sejumlah besar darah harus mengalir melalui alveoli dalam pembuatan susu yaitu sekitar 50 kg darah dibutuhkan untuk menghasilkan 30 liter susu (Susilorini dan Sawitri, 2006).

Buckle *et al.*, (1987), menyatakan bahwa komposisi susu sangat beragam tergantung pada beberapa faktor, akan tetapi angka rata-rata untuk semua jenis kondisi dan jenis sapi perah terdiri atas lemak 3,9%, protein 3,4%, laktosa 4,8%, abu 0,72% dan air 87,10% bersama dengan bahan yang lain dalam jumlah sedikit seperti sitrat, enzim-enzim, fosfolipid, vitamin A, B dan C serta *trace element*.

Lemak Susu

Secara ekonomis, lemak digunakan sebagai ukuran penentu harga susu. Bila kandungan lemak tinggi maka harga susu tinggi, begitu juga sebaliknya. Lemak juga mempunyai nilai gizi tinggi, dapat menentukan bau dan rasa serta dapat memberikan energi lebih besar daripada protein dan karbohidrat.

Susilorini dan Sawitri (2006), menyatakan bahwa komponen utama lemak susu adalah trigliserida yang tersusun dari satu molekul gliserol yang berikatan dengan 3 molekul asam lemak dan ikatan ester. Globula lemak tersusun dari trigliserida dikelilingi oleh membran tipis yang dikenal dengan *fat globule membrane* (FGM).

FGM tersusun atas protein dan fosfolipid yang salah satu fungsinya sebagai stabilator globula-globula lemak susu dalam emulsi dengan kondisi encer (*aqueous*) dan lemak susu ini dikenal dengan istilah *oil in water type*.

Protein Susu

Protein dalam susu mencapai 3,25% sampai 3,4%. Struktur primer protein terdiri atas rantai polipeptida dari asam-asam amino yang disatukan dengan ikatan-ikatan peptida (*peptidae linkages*). Beberapa spesifik protein yang terdapat dalam susu:

a. Kasein

Kasein merupakan komponen protein yang terbesar dalam susu dan sisanya berupa *whey* protein. Kadar kasein pada protein susu mencapai 80% dari total protein. Kasein terdiri dari beberapa fraksi seperti *α -casein*, *β -casein*, *γ -casein* dan *k-casein*. Kasein merupakan salah satu komponen organik yang berlimpah dalam susu bersama dengan lemak dan laktosa (Shiddieqy, 2004).

Buckle *et al.*, (1987), menyatakan bahwa kasein terdapat dalam bentuk *casein calcium* yang merupakan senyawa kompleks koloid yang disebut *micelles*. Partikel kasein dalam susu segar nampak sebagai bulatan yang terpisah dengan garis tengah sekitar 10-200 μ . Pasteurisasi tidak mengubah penyebaran *casein* dan homogenisasi susu menyebabkan sebagian dari partikel *casein* menyatu dengan butiran lemak.

b. *Whey* Protein

Whey diperoleh sesudah lemak dan kasein dihilangkan kira-kira terdiri atas 0,5-0,7% dari bahan protein yang dapat larut dan tertinggal dalam *whey* yaitu protein-

protein *laktalbumin* dan *laktoglobulin*. Laktalbumin merupakan koloid dengan partikel-partikel kecil dan bila susu dipanaskan diatas suhu 65°C, laktalbumin mengalami presipitasi sedangkan laktoglobulin terdapat dalam susu dengan jumlah sedikit dan dapat dikoagulasikan pada suhu 75°C (Susilorini dan Sawitri, 2006).

Whey protein merupakan protein butiran (globular) yang terdiri atas *α-lactoglobulin*, *β-lactalbumin*, *immunoglobulin* (Ig) dan *Bovine Serum Albumin* (BSA). *Whey* protein terkandung pula beberapa enzim, hormon, antibodi, faktor pertumbuhan (*growth factor*), dan pembawa zat gizi (*nutrient transporter*) (Shieddieqy, 2004).

Karbohidrat Susu

Karbohidrat merupakan zat organik yang terdiri atas karbon, hydrogen dan oksigen. Laktosa adalah karbohidrat utama susu dengan proporsi 4,6% dari total susu, laktosa tergolong disakarida yang tersusun atas dua monosakarida yaitu glukosa dan galaktosa. Rasa manis laktosa hanya seperenam dari rasa manis sukrosa (Shieddieqy, 2004).

Susilorini dan Sawitri (2006), menyatakan bahwa laktosa mempengaruhi tekanan osmosis susu, titik beku dan titik didih. Laktosa juga merupakan sumber energi bagi tubuh. Namun selama proses pencernaan, laktosa mengalami hidrolisis enzimatik oleh enzim laktase yang dihasilkan oleh sel-sel mukosa usus. Laktosa berfungsi sebagai substrat fermentasi, dimana bakteri asam laktat memecah laktosa menjadi asam laktat.

Vitamin dan Mineral Susu

Unsur mineral yang utama yang terdapat pada Tabel 1. dan mineral lain yang terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit (*trace element*) yaitu besi, tembaga, aluminium, boron, seng, mangan dan silikon. Kalsium dan fosfor dari mineral ini sangat penting karena kalsium fosfat merupakan bagian dari partikel kasein dan mempengaruhi tingkah laku partikel terhadap penggumpalan oleh rennin, panas dan asam. Vitamin-vitamin yang terdapat dalam susu adalah vitamin yang dapat larut dalam lemak dan vitamin yang dapat larut dalam air yaitu vitamin A, D, E, B serta vitamin C. Vitamin C dapat dirusak oleh proses pasteurisasi (Buckle *et al.*, 1987). Proporsi kandungan gizi susu segar dalam per liter dapat dilihat pada Tabel 1.

Tinjauan Umum Keju

Keju merupakan produk olahan susu yang dibuat melalui proses koagulasi atau pembentukan *curd*, pemotongan, pemanasan *curd*, pembuangan *whey* dan pengepresan. Keju yang dibuat dari bahan baku susu penuh (*whole milk*) atau susu skim (*Skim milk*) (Susilorini dan Sawitri, 2005).

Buckle *et al.*, (1987), menyatakan bahwa keju pertama kali diperkenalkan ke Inggris oleh orang-orang Romawi pada tahun 100-300 M dan sesudah jatuhnya kekaisaran Romawi, pembuatan keju menjadi salah satu dari berbagai industri yang dilaksanakan oleh biara-biara dan juga oleh peternak sebagai industri rumah (*farm house*) dan pertama kali diproduksi sebagai hasil olahan pabrik pada tahun 1851. Sebelum abad ini pembuatan keju dianggap sebagai suatu seni dan baru akhir-akhir ini diterapkan secara ilmiah terhadap proses pembuatannya.

Tabel 1. Proporsi kandungan gizi susu segar dalam per liter

Komponen	Total
1. Air (%)	88
2. Protein (gr)	33
a. Total Kasein	26
b. Total Whey	7
3. Laktosa (%)	5
4. Vitamin (μg)	
a. A	400
b. D	40
c. E	1000
d. K	50
e. B1	450
f. B2	1.750
g. Niasin	900
h. B6	500
i. Asam pentanoat	3.500
j. Biotin	35
k. Asam folat	35
5. Mineral (μg)	350 - 900
a. Sodiun	1.100 - 1.700
b. Potassium	900 - 1.100
c. Klorida	1.100-1.300
d. Kalsium	90-140
e. Magnesium	900-1.000
f. Fosfor	300-6.000
g. Zat besi	2.000-6.000
h. Seng	100-600
i. Cupper	20-50
j. Mangan	260
k. Iodine	30-220
l. Flour	5-67
m. Selenium	0,5-1,3
n. Kobalt	8-13
o. Kromium	18-120
p. Molybdenum	0-50
q. Nikel	750-7000
r. Silicon	310
s. Vanadium	40-500
t. Arsenic	20-60

Sumber : Susilorini dan Sawitri (2006).

Karakteristik Keju

Proses pembuatan keju terdiri atas beberapa tahapan yang bervariasi sehingga akan menghasilkan keju yang beraneka ragam. Keju dapat diklasifikasikan menjadi empat macam berdasarkan tekstur dan proses pemeraman (Anonim, 2001):

1. Keju sangat keras

Keju ini mempunyai kadar air 30-35% dan diperam dengan bakteri, contohnya : *Romano cheese, parmesan cheese, dan asiago cheese.*

2. Keju Keras

Keju ini mempunyai kadar air lebih dari 35-40% dan diperam dengan bakteri. Keju jenis ini diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu keju yang teksturnya tertutup, contohnya *cheddar cheese, edam cheese, gouda cheese, colky cheese* dan *provolone cheese*. Sedangkan keju yang teksturnya terbuka yaitu *swiss cheese, ementalerc cheese dan groyere cheese.*

3. Keju Semi keras

Keju jenis ini mempunyai kadar air lebih dari 40-45% dan diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu, keju yang diperam dengan bakteri, contohnya *brich cheese* dan keju yang diperam dengan kapang yaitu *Roquefort cheese*

4. Keju lunak

Keju ini diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu :

- a. Keju peram, mempunyai kadar air lebih dari 45-52% terdiri dari yang diperam dengan kapang seperti *camembert cheese* dan yang diperam dengan bakteri yaitu *limburger cheese.*

- b. Keju tanpa peram, mempunyai kadar air 52-80% terdiri dari yang berkadar lemak rendah, yaitu *cottage cheese* (0,5-1,5%) dan berkadar lemak tinggi yaitu *cream cheese* (30% lemak) dan *neutcheal cheese* (29% lemak).

Faktor-faktor yang mempengaruhi jenis dan variasi keju (Novidia, 2003; Nelly, 2004) :

- 1) Persentase keasaman susu pada proses pembuatan *curd*
- 2) Jenis mikroorganisme yang digunakan
- 3) Komposisi nutrisi susu yang digunakan dalam proses pembuatan keju. Lemak yang tinggi akan menghasilkan keju yang lembut, harum dan menarik dan lemak yang rendah menghasilkan keju yang keras dan berwarna pucat.
- 4) Temperatur dan kelembaban dalam proses produksi
- 5) Lama proses pematangan keju.

Tabel 2. Komposisi Dasar Keju

Kadar	a	b
Air	54,0%	51,0%
Lemak	35,0%	37,0%
Protein	7,6%	8,8%
Karbohidrat	-	2,0%
Abu	0,5%	1,2%
Garam	1,0%	-
Asam Laktat	1,0%	-
pH	4,7	4,8

Ket: a) Potter (1986) dikutip Nelly (2004)

b) Reed (1983) dikutip Nelly (2004)

Mekanisme Koagulasi

Koagulasi kasein dapat terjadi akibat penambahan bakteri asam laktat (BAL) dan enzim rennin serta zat-zat yang dapat menyebabkan koagulasi protein susu, seperti juga zat-zat yang lain seperti asam, basa, alkohol, panas, radiasi dan garam.

Adnan (1984), menyatakan bahwa proses koagulasi dalam pembuatan keju disebabkan oleh dua hal, yaitu :

1. Perubahan keasaman

Kasein dapat diendapkan pada pH 4,6, karena pH tersebut merupakan titik isoelektrik dan protein yang lain pada pH tersebut tidak mengendap. Stabilitas kasein dapat terganggu pada pH 5,3. Dengan terjadinya perubahan keasaman yang pada pembuatan keju dihasilkan oleh perubahan laktosa menjadi asam laktat menyebabkan perubahan senyawa Ca-phosphat. Dengan bertambahnya ion H akhirnya dapat memecahkan senyawa Ca-phosphat seperti berikut :



Dari reaksi tersebut bahwa dengan bertambahnya ion H^+ , dapat memisahkan *Ca-phosphat* sehingga senyawa kompleks *Ca-caseinat* menjadi tidak stabil. Terbentuknya ion Ca akan membentuk proses pengendapan senyawa kompleks tersebut. Proses pengendapan juga dipengaruhi oleh suhu. Pada suhu yang tinggi senyawa kompleks tersebut lebih tidak stabil, sebaliknya pada suhu yang rendah lebih stabil meskipun pada derajat keasaman yang lebih tinggi.

Kasein merupakan senyawa *amfoter* yang dapat beraksi dengan asam maupun basa karena molekulnya mempunyai muatan baik positif maupun negatif. Pada titik

isoelektrik muatan $+$ dan $-$ sama. Pada pH diatas titik isoelektrik protein tersebut bermuatan negatif. Oleh karena itu pada elektroforesis molekulnya akan bergerak ke elektroda yang bermuatan positif dan pada pH dibawah titik isoelektris, protein mempunyai muatan positif dan akan bergerak ke elektroda yang bermuatan negatif.

2. Proses proteolisis

Pengendapan enzim rennin terjadi atas dua proses, yaitu :

a. Proses enzimatik

Dalam proses ini *k-casein* dihidrolisa menjadi *para k-casein* dan glikoprotein yang larut. Glikoprotein tersebut merupakan senyawa polipeptida yang sederhana yang mengandung karbohidrat.

b. Koagulasi oleh ion Ca

Proses koagulasi ini dipengaruhi oleh suhu dan tidak terjadi dibawah suhu 15°C dan sebaliknya pada suhu yang tinggi, enzim rennin dapat diinaktifkan. Oleh karena itu proses koagulasi dengan ion Ca dapat terjadi dengan baik antara suhu $15-65^{\circ}\text{C}$ dari hasil percobaan bahwa kecepatan koagulasi maksimum terdapat pada suhu antara $40-42^{\circ}\text{C}$ dan pada pH optimum 5,3-5,7.

Keju juga dapat dikoagulasikan dengan kombinasi pemanasan dan pemberian asam. Panas menyebabkan denaturasi dari *whey* protein. Protein yang terdenaturasi kemudian berinteraksi dengan kasein. Dengan penambahan asam, kasein mengendap dengan *whey* protein. Pada pengkoagulasian dengan rennet hanya 76-78% protein yang diperoleh sedangkan pengkoagulasian dengan asam dan pemanasan 90% protein dapat diperoleh (Anonim, 2002).

Kualitas Keju

Hasil dari proses fermentasi oleh organisme yang dikehendaki memberi flavor, bentuk yang bagus (*bouquet*) dan tekstur bahan pangan yang telah difermentasi. Pada beberapa fermentasi asam laktat, keasaman yang tinggi, pH dan potensial redoks yang rendah dicapai, menghambat pertumbuhan organisme lainnya dan perubahan kimiawi yang tidak diinginkan (Buckle *et al.*, 1987).

Hariati (2006), menyatakan bahwa kualitas keju hasil fermentasi dipengaruhi oleh banyak faktor dan masing-masing memberikan kontribusi terhadap tekstur maupun cita rasa keju. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas keju fermentasi adalah optimalisasi jumlah dan jenis inokulum; variasi inokulum; suhu dan kadar garam serta lama pemeraman.

Fardiaz dan Jenie (1988), dalam pembuatan keju terdapat beberapa jenis kerusakan yang terjadi pada keju, yaitu :

1. Kerusakan selama proses pembuatan

Selama penirisan keju, biasanya akan berlangsung fermentasi asam laktat. Bila bakteri laktat ini tidak efektif atau terkontaminasi oleh jasad renik lain cukup tinggi, maka akan terjadi perubahan abnormal yang mempengaruhi mutu keju.

2. Kerusakan selama proses pemeraman

Keju akan mengalami perubahan-perubahan fisik dan kimia yang dihasilkan oleh kerja enzim-enzim yang dilepaskan oleh sel-sel bakteri yang mengalami otolisis. Pertumbuhan jasad renik di luar yang diinginkan akan menyebabkan terjadinya perubahan tekstur, penampakan atau cita rasa.

3. Kerusakan selama penyimpanan

Kerusakan yang mungkin terjadi selama penyimpanan dapat terjadi bila produksi asam oleh bakteri starter kurang atau terlalu lambat dihasilkan, maka mutu keju akan menjadi buruk karena tumbuhnya jasad renik lain yang tidak diinginkan terutama keju *Cottage*. Produk akan rusak oleh proteolisis, produksi gas, lendir dan cita rasa yang menyimpang.

Tinjauan Umum Markisa

Markisa mula-mula disebut sebagai *Passion fruit*. *Passion* berarti “Penderitaan dan Keinatian”, yang menunjukkan pada personifikasi bunga markisa sebagai simbol penderitaan dan kematian karena memiliki bentuk kepala putik mirip dengan tanda salib. Berdasarkan penggolongan dan tata nama tumbuhan, tanaman markisa termasuk ke dalam klasifikasi sebagai berikut (Rukmana, 2003) :

Kingdom	: Plantae (Tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: Spermatophyta (Tumbuhan berbiji)
Subdivisi	: Angiospermae (Berbiji tertutup)
Kelas	: Dicotyledone (Biji berkeping dua)
Ordo	: Passiflorae
Famili	: Passifloraceae
Genus	: Passiflora
Species	: <i>Passiflora quadrangularis</i> L., <i>P. edulis</i>

Para ahli botani mencatat lebih dari 400 jenis markisa yang tumbuh di dunia; 40 spesies diantaranya berasal dari Amerika Selatan; 40 spesies berasal dari Asia,

Australia, dan Pasifik Selatan; serta 11 spesies berasal dari Madagaskar. Saat ini, terdapat 20 spesies markisa yang dapat dikonsumsi, namun hanya 5 spesies yang dibudidayakan secara komersial, yaitu : Markisa Ungu (*Passiflora edulis var. edulis*); Markisa Kuning (*Passiflora edulis var. flavicarpa Degener*); Konyal (*Passiflora lingularis Jus*); Erbis (*Passiflora quadrangularis Simson*); Markisa var. Malino (*Passiflora edulis var. sims*) (Rukmana, 2003).

Menurut buku *Chinese Medical Herbs*, buah markisa matang berkhasiat sebagai pereda nyeri, colitis, antikejang, penenang dan antiradang, serta dapat mengatasi sembelit, disentri, insomnia, gangguan haid, batuk, serak, tenggorokan kering. Kulit buah markisa dan akarnya secara tradisional digunakan untuk membasmi cacing pita dan parasit dalam perut. Biji buah markisa mengandung kardiotonik (penguat jantung), penenang dan dalam dosis besar bersifat narkotik (Anonim, 2006).

Hasil penelitian ilmiah menemukan bahwa ekstrak buah markisa dapat membunuh sel kanker, membasmi bakteri dan cacing, serta peningkatan libido. Penelitian *in vitro* di University of Florida, menyatakan bahwa ekstrak buah markisa kuning dapat membunuh sel kanker. Kandungan fitokimia yang memberi respon sebagai antikanker adalah *karotenoid* dan *politenol*. Kandungan fitokimia yang lain dalam buah markisa adalah *passaflorine*, *harmine*, *harman*, *harmol*, *harmalin*, *karatenoid*, *viteksin*, *isoviteksin* dan *krisin* (Anonim, 2006).

Biji buah markisa berbentuk gepeng, berukuran kecil, dan berwarna hitam. Masing- masing biji terbungkus oleh selaput lendir yang mengandung cairan yang berasa asam. Jaringan biji (Pulp) mempunyai aroma khas markisa, berwarna kuning

dan berlendir. Biji markisa mengandung 0,3% zat kapur; 0,66% fosfor; 12,7% zat putih telur; 9,33% lemak; dan 59,2% serat kasar, serta 18,3% pati (Rukmana, 2003).

Buah markisa mengandung zat-zat gizi yaitu protein, lemak, serat, kalsium, fosfor, zat besi, karoten, tiamin, riboflavin, niasin, asam askorbat (vitamin C), asam sitrat dan asam malik. Buah markisa mengandung vitamin C sehingga buah markisa merupakan anti skorbut yang baik (Anonim, 2006).

Penggumpalan atau pengentalan merupakan salah satu sifat susu yang khas. Penggumpalan dapat disebabkan oleh kegiatan enzim atau penambahan asam. Penggumpalan dengan asam berlainan dengan penggumpalan oleh kerja enzim, penggumpalan dengan asam dikendalikan oleh pH, partikel kasein berada pada titik isoelektris pada pH 4,6 sehingga pada pH tersebut afinitas partikel terhadap air menurun dan kemudian akan terjadi pengendapan (Buckle *et al.*, 1987)

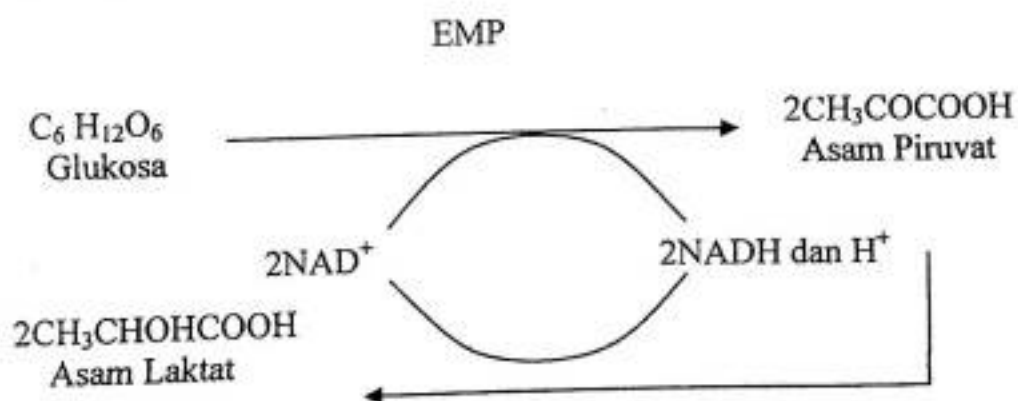
Sari buah markisa mengandung asam dengan pH antara 2,4-3,2 sehingga sifat khas ini dapat dijadikan sebagai bahan untuk menggumpalkan kasein susu sehingga sebagai salah satu alternatif yang digunakan dalam pembuatan keju. Buckle *et al.*, (1987), menyatakan bahwa suatu bahan pangan bila mempunyai pH dibawah 3,7-4,0 berarti termasuk sebagai bahan pangan berkadar asam tinggi sehingga bakteri yang tidak tahan asam seperti kebanyakan bakteri yang bersifat proteolitik, Gram negatif berbentuk batang tidak dapat tumbuh pada bahan makanan yang bersifat asam, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan pengawet.

Fermentasi Susu

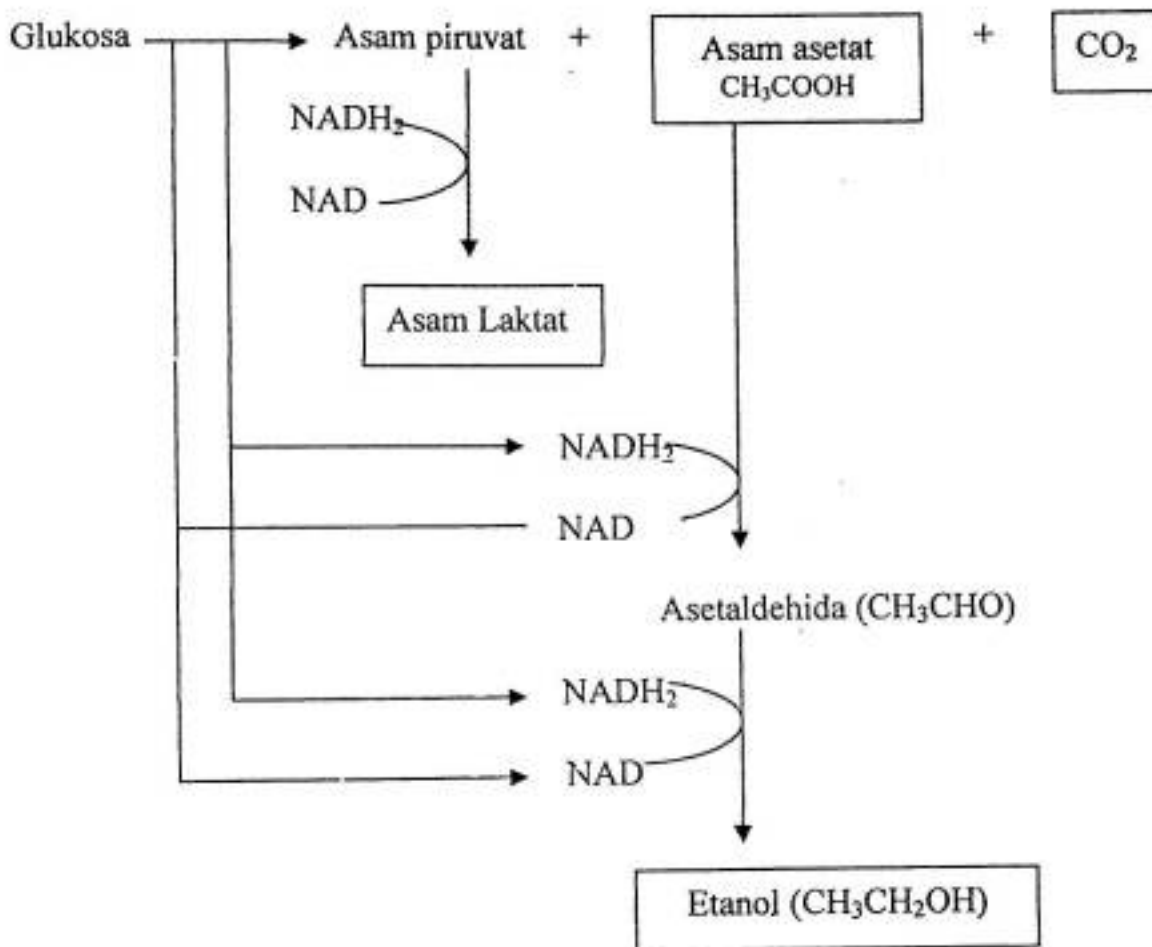
Fardiaz (1992), menyatakan bahwa fermentasi sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobik, yaitu tanpa memerlukan oksigen. Senyawa yang dapat dipecah dalam proses fermentasi terutama adalah karbohidrat, sedangkan asam amino hanya dapat difermentasi oleh beberapa jenis bakteri tertentu. Fermentasi glukosa pada prinsipnya terdiri dari dua tahap, yaitu:

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

Adapun mekanisme pemecahan glukosa oleh bakteri homofermentatif dan bakteri heterofermentatif masing-masing dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 (Fardiaz, 1992).



Gambar 1. Pemecahan glukosa oleh bakteri asam laktat homo-fermentatif dengan Jalur EMP (Embden-Meyerhoff-Parnas) (Fardiaz, 1992).



Gambar 2. Pemecahan glukosa oleh bakteri asam laktat hetero-fermentatif (Fardiaz, 1992).

Bakteri Asam Laktat (BAL)

Buckle *et al.*, (1987), menyatakan bahwa bakteri asam laktat merupakan kelompok bakteri yang menghasilkan sejumlah besar asam laktat sebagai hasil akhir dari metabolisme gula (karbohidrat). Asam laktat yang dihasilkan dengan cara tersebut akan menurunkan nilai pH dari lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam.

Bakteri asam laktat dikelompokkan menjadi dua yaitu homofermentatif (organisme yang menghasilkan asam laktat dari metabolisme gula) yaitu:

Streptococcus, *Pediococcus* dan beberapa spesies *Lactobacillus* dan heterofermentatif menghasilkan senyawa lain selain asam laktat, contohnya *Leuconostoc* dan beberapa spesies *Lactobacillus* (Fardiaz, 1992).

Bakteri asam laktat yang umum digunakan dalam proses fermentasi susu asam adalah *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* sebagai mikroflora esensial. Namun dapat juga menggunakan mikroflora non esensial, yaitu bakteri asam laktat homofermentatif dan heterofermentatif yang lain (Anonim, 2002).

Lactobacillus bulgaricus adalah bakteri Gram positif berbentuk batang dan tidak membentuk endospora, termotoleran dan homofermentatif dengan suhu optimum 45°C dan kondisi optimum untuk pertumbuhan sedikit asam yaitu sekitar pH 5,5, sedangkan *Streptococcus thermophilus* memiliki karakteristik yaitu merupakan bakteri Gram positif, berbentuk coccus sering pertumbuhan bentuk rantai, homofermentatif dan termotoleran, pH optimum sekitar 6,5 (Helferich dan Westheff, 1980; Wahyudi, 2006).

Lactococcus lactis merupakan bakteri yang berasal dari famili *Streptococcaceae*, yang merupakan bakteri Gram positif, berbentuk bola atau bulat, diameternya kurang lebih 2 µm, ditemukan dalam bentuk berpasangan atau rantai. Metabolisme glukosanya menghasilkan asam laktat. Bakteri ini merupakan anaerob fakultatif, acceptor oksigen atau hydrogen, dapat mengubah produk akhir dari metabolisme karbohidrat dan dapat tumbuh dengan baik pada susu dan produk susu. Temperatur optimum untuk pertumbuhannya yaitu 30°C dan suhu pertumbuhan minimumnya 8 °C serta suhu pertumbuhan maksimumnya sekitar 40°C, agak sulit tumbuh pada suhu 41°C dan tidak dapat tumbuh pada suhu 45°C. Bakteri ini

mempunyai pH pertumbuhan awal 5,2 dan pH akhir dalam glukosa broth 4,0-4,5. Persentase asam laktat yang dihasilkan dari hasil pemecahan laktosa adalah 0,5 - 0,7% (Buchanan dan Gibbons, 1975).

Suharto (1995), menyatakan bahwa asam laktat didefinisikan sebagai campuran dari asam laktat dan hibrida asam laktat, yang mengandung tidak kurang dari 85% dan tidak lebih dari 92% asam laktat.

Sifat fisik dari asam laktat yaitu memiliki berat jenis 1,249; berat molekul 90,08; titik beku 16,8°C; titik didih 122°C (pada tekanan 14 mmHg). Sifat kimianya larut dalam eter, alkohol, gliserin dan air tetapi tidak larut dalam kloroform, eter sulfida dan karbon sulfida (Sa'id, 1987).

Ripening pada Keju dengan Starter Kultur

Pematangan atau ripening merupakan tahapan terakhir dalam pembuatan keju untuk mendapatkan sifat-sifat yang khas. Beberapa jenis keju diinokulasikan dengan mikroorganisme lain sebelum atau pada waktu pematangan untuk mengembangkan flavor dan sifat-sifat lain yang khas (Buckle *et al.*, 1987).

Hariyadi dan Purwiyatno (1980), menyatakan bahwa selama pemeraman keju mengalami berbagai perubahan yang membentuk cita rasa, aroma dan tekstur yang spesifik. Perubahan yang terjadi yaitu terjadi pemecahan protein menjadi peptida dan asam amino yang lebih sederhana, pemecahan lemak menjadi berbagai asam lemak yang mudah menguap seperti asam asetat dan propionat dan pemecahan laktosa, sitrat dan senyawa organik lainnya menjadi bermacam-macam asam, ester, alkohol dan senyawa-senyawa pembentuk flavor dan aroma yang mudah menguap. Lebih lanjut

Hidayat, dkk (2006) menyatakan bahwa lamanya pemeraman bervariasi antara 3 minggu sampai 2 tahun tergantung jenis keju yang dikehendaki. Selama pemeraman terjadi perubahan biokimia yang akan menentukan karakteristik dari berbagai jenis keju. Proses perubahan biokimia selama pemeraman disebabkan oleh beberapa hal, yaitu aktivitas koagulan, enzim-enzim yang terdapat dalam susu terutama proteinase dan lipase, bakteri starter dan enzim-enzim lainnya, *secondary* mikroba dan enzim-enzimnya. *Secondary* mikroba dapat berasal dari mikroba susu yang tahan terhadap pasteurisasi atau masuk ke dalam susu setelah pasteurisasi contohnya *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Micrococcus*, *Lactococcus* dan *Leuconostoc* spp. pada keju Belanda, *Propionibacterium* pada keju swiss, *Penicillium roqueforti* pada *blue cheese*.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2007, bertempat di Laboratorium Bioteknologi Pertanian Pusat Kegiatan Penelitian (PKP) Universitas Hasanuddin, Makassar.

Materi Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah susu rekonstitusi 10%, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527, sari markisa, garam, dan aquades.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah waterbath, inkubator, gelas ukur 1000 ml dan gelas ukur 100 ml, tabung reaksi, gelas Erlenmeyer, autoklaf, timbangan analitik, pH-meter, spoit, pipetman, *tube shaker*, *CD-Shear Force Modification*, termometer, cetakan keju beserta alat pengepres dan penyaring, plastik klip, kertas label dan aluminium foil.

Metode Penelitian

1) Rancangan Penelitian

1. Pengaruh penambahan level starter *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 terhadap produksi *curd* dan persentase *Whey* disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan, dengan perlakuan sebagai berikut adalah level starter (A1 = 0,5%; A2=1%; A3=1,5%).

2. Pengaruh penambahan level starter dan lama pemeraman disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial 3x4 dengan 3 ulangan, dengan perlakuan adalah level starter sebagai faktor A (0,5, 1, dan 1,5%) dan Lama pemeraman sebagai faktor B (1, 2, 3, dan 4 minggu).

2) Prosedur Penelitian

1) Pemeliharaan starter kultur

1. Susu skim rekonstitusi 10% sebanyak 10 ml dibuat secara steril dalam tabung reaksi, lalu ditutup rapat dengan penutup tabung dan diisolasi.
2. Susu rekonstitusi disterilkan pada suhu 250°F (121°C) selama 15 menit.
3. Setelah dingin, kultur starter *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527 di inokulasi sebanyak 0,1% (w/v), lalu distirer sampai homogen.
4. Kultur kemudian diinkubasi dalam inkubator pada suhu 30°C selama 24 jam.
5. Starter yang dihasilkan disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 5°C

2) Pembuatan susu rekonstitusi 10%

Susu bubuk *full cream* diambil sekitar 100 gram dan ditambahkan sebanyak 900 ml aquades (untuk membuat 1 liter susu rekonstitusi 10%).

3) Pembuatan keju

1. Pasteurisasi

Susu rekonstitusi 10% dipasteurisasi dengan metode HTST (High temperature short time) pada suhu 72°C selama 15 detik.

2. Penambahan starter kultur/pemeraman I

Susu rekonstitusi yang telah dipasteurisasi kemudian didinginkan sampai suhu 37°C, setelah itu menambahkan starter kultur sekitar 0,5%, 1% dan 1,5%. Lalu diinkubasi pada suhu 30°C selama 15 menit.

3. Penjendalan

Setelah penambahan starter kemudian ditambahkan sari buah markisa sebanyak 10% dari volume susu

4. Pemotongan *curd* dan pemanasan *curd*

Curd yang terbentuk kemudian dipotong lalu didiamkan selama 7 menit, setelah itu *curd* dipanaskan pada suhu 40°C selama 30 menit.

5. Penyaringan (pemisahan *whey*)

Curd dengan *whey* dipisahkan dan didiamkan beberapa menit sampai *whey* tidak menetes lagi.

6. Penggaraman.

Setelah *curd* dipisahkan dengan *whey*, kemudian *curd* yang terbentuk ditaburi dengan garam 1 %.

7. Pencetakan dan pengepresan

Curd yang terbentuk kemudian dicetak dan dipress untuk mengeluarkan *whey* yang tersisa.

8. Pengemasan dan pemeraman tahap II

Keju yang dihasilkan kemudian dibungkus dengan aluminium foil dan keju disimpan pada suhu 5°C selama 1, 2, 3, 4 minggu.

3) Parameter yang diamati

1. Produksi *Curd*

Produksi *curd* ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Produksi Curd (\%)} = \frac{\text{Berat curd}}{\text{Volume susu awal}} \times 100\%$$

2. Persentase *Whey*

Volume *whey* dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\% \text{ Whey} = \frac{\text{Volume awal susu} - \text{Volume curd}}{\text{Volume awal susu}} \times 100\%$$

3. Kekerasan Keju

Keju yang sudah diperam dilakukan pengukuran tingkat kekerasannya dengan menggunakan *CD-Shear Force Modification*. Adapun prosedur kerja :

- Keju yang sudah diperam selanjutnya dipotong dengan panjang 1 cm dengan diameter ½ inchi.
- Potongan keju tersebut dimasukkan pada lubang *CD-Shear Force modification*
- Nilai skala *CD-Shear Force Modification* yang terbaca dimasukkan dalam persamaan untuk menghitung kekerasan keju sebagai berikut:

$$A = \frac{A''}{L}$$



Keterangan:

A = Tingkat kekerasan keju (Kg/cm^2)

A'' = Beban tarikan (Kg)

L = Luas penampang ($\pi \cdot r^2 = 3,14 \times 0,6352^2 = 1,27 \text{ cm}^2$)

4. pH

Pengukuran pH dilakukan pada keju yang sudah diperam selama 1, 2, 3, dan 4 minggu dengan menggunakan pH-meter.

5. Uji Organoleptik

Keju yang terbentuk kemudian dilakukan uji panelis dengan metode uji Skor dengan 10 panelis terhadap warna, bau, rasa, dengan masing-masing skor sebagai berikut :

a. Uji warna

Skor :

- | | |
|---------------------|---------------|
| 1. kuning | 4. agak putih |
| 2. agak kuning | 5. putih |
| 3. putih kekuningan | |

b. Uji bau

- | | | |
|--------|--------------------------|---------------------|
| Skor : | 1. berbau markisa | 4. agak berbau susu |
| | 2. agak berbau markisa | 5. berbau susu |
| | 3. khas susu dan markisa | |

c. Uji rasa

- Skor:
1. rasa asam dan markisa
 2. rasa markisa dan rasa susu
 3. rasa markisa
 4. rasa susu

Untuk lebih jelasnya gambaran diagram alir prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

Analisis Data

1. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran produksi *curd* dan persentase *whey* diolah dengan analisis ragam berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan. Model statistik rancangan tersebut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

- Y_{ij} = Nilai pengamatan pada keju peram ke-j yang di buat dengan penambahan starter kultur ke-i .
- μ = Nilai rata-rata umum kualitas keju peram
- τ_i = Pengaruh level starter *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 ke-i
- ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan dari keju peram ke-j yang dibuat dengan penambahan starter kultur ke-i .

2. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran pH, kekerasan keju dan uji organoleptik dianalisis berdasarkan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial 3 x 4 dengan 3 kali ulangan. Model statistic rancangan tersebut:

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

$$i = 1,2,3$$

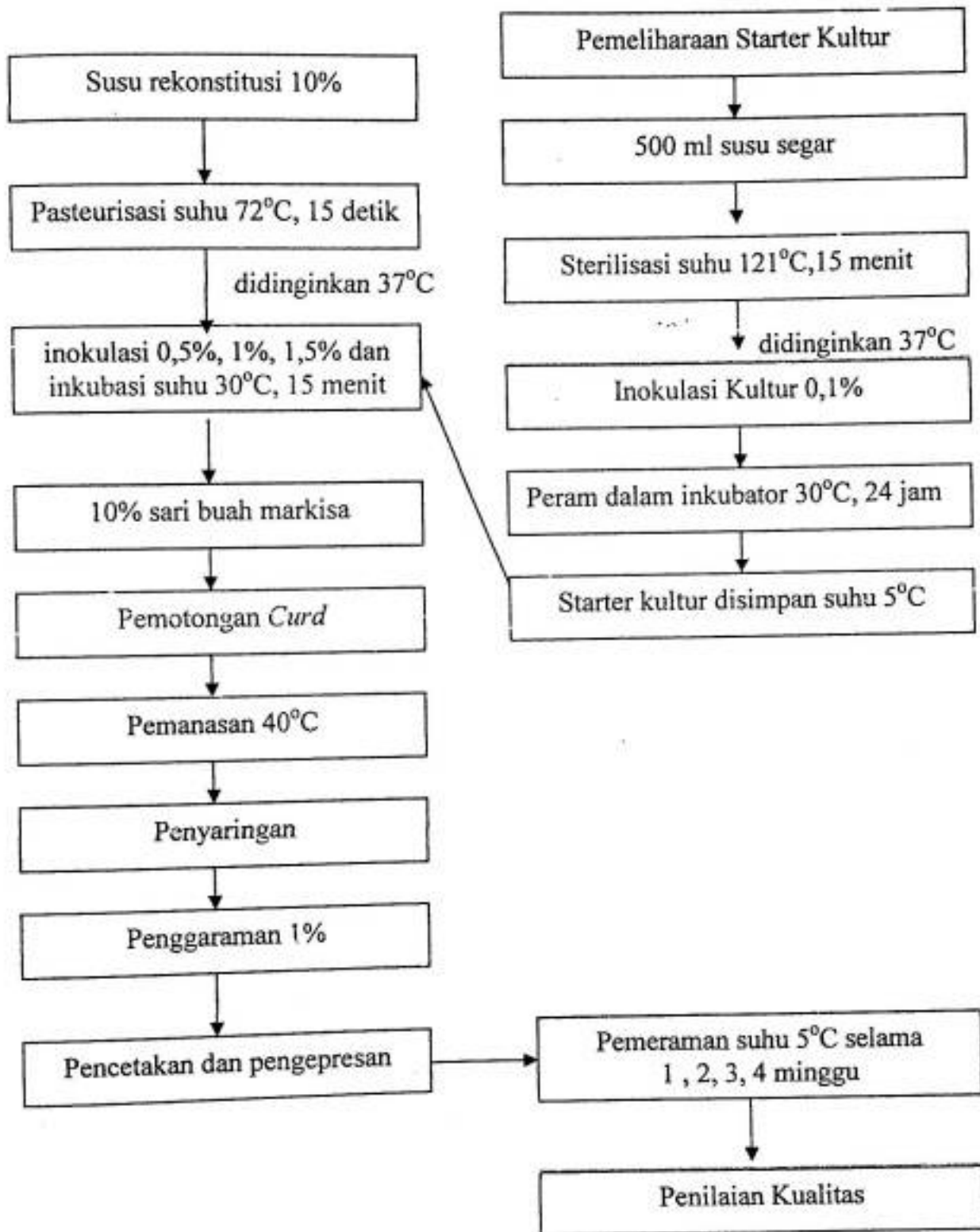
$$j = 1,2,3,4$$

$$k = 1,2,3$$

Keterangan :

- Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada keju peram ke-k yang di buat dengan penambahan starter kultur ke-i dengan lama pemeraman ke-j.
- μ = Nilai rata-rata umum kualitas keju peram
- α_i = Pengaruh perlakuan level starter ke-i
- β_j = Pengaruh perlakuan lama pemeraman ke-j
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh perlakuan level starter ke-i pada Lama Pemeraman ke-j
- ϵ_{ijk} = Pengaruh galat percobaan dari keju peram ke-k yang dibuat dengan penambahan starter kuitur ke-i dengan lama pemeraman ke-j.

Apabila perlakuan menunjukkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 1% dan 5% (Gaspersz, 1991)

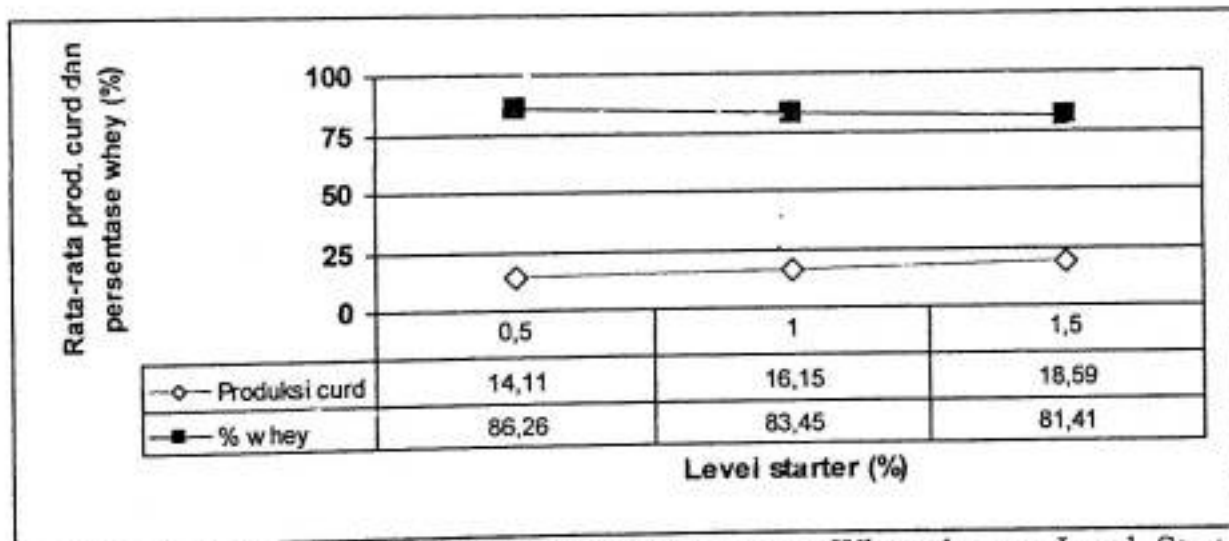


Gambar 3. Diagram alir prosedur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Level Starter *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527 terhadap Produksi *Curd*

Produksi *curd* merupakan parameter untuk mengukur banyaknya *curd* yang terbentuk setelah *casein* susu digumpalkan dan telah dipisahkan dari *whey*. Produksi *curd* yang tinggi menunjukkan banyaknya *curd* yang dihasilkan. Rata-rata produksi *curd* keju markisa dengan penambahan level starter *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 dengan lama pemeraman yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rata-rata Produksi *curd* dan Persentase Whey dengan Level Starter *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527.

Hasil analisis ragam (Lampiran 2) menunjukkan bahwa level starter memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap produksi *curd*. Uji Beda Nyata (BNT) (Lampiran 3) menunjukkan level starter tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) untuk level starter 0,5% dan 1% dan 1% dan 1,5% kecuali pada level starter 0,5% dan 1,5% memberikan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$). Hal ini menunjukkan bahwa produksi *curd* meningkat sejalan peningkatan pemberian level starter.

Gambar 4 menunjukkan nilai rata-rata produksi *curd* 14,11% untuk level starter 0,5%; 16,15% untuk level starter 1%; 18,59% untuk level starter 1,5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa produksi *curd* yang terbentuk jauh lebih banyak pada level 1,5% penambahan starter dan juga produksi *curd* yang terbentuk untuk level penambahan starter 1% dan 1,5% jauh lebih banyak bila dibandingkan keju yang hanya menggunakan sari markisa dengan konsentrasi 10% atau tanpa penambahan starter sekitar 15,13% (Zuriyati, 2007). Hal ini disebabkan karena penambahan starter *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 berperan terhadap penurunan pH hingga mencapai pH isoelektrik sehingga membantu dalam penggumpalan *curd*. Hal ini sesuai dengan pendapat Hidayat, dkk (2006), yang menyatakan bahwa dalam membantu pembentukan *curd* dilakukan proses pengasaman, dimana pengasaman dapat dilakukan dengan penambahan kultur starter atau dengan menambahkan asam (biasanya asam laktat) sebelum dilakukan penambahan bahan penggumpal. Sejalan dengan itu Adnan (1984), menyatakan bahwa kasein menjadi tidak stabil pada pH 5,3 dan kasein akan mengendap pada pH 4,6. Dengan terjadinya perubahan keasaman yang dihasilkan oleh perubahan laktosa menjadi asam laktat menyebabkan perubahan senyawa *Ca phosphat* sehingga senyawa *Ca-caseinat* menjadi tidak stabil.

Pengaruh Level Starter *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* terhadap Persentase Whey

Persentase *whey* adalah banyaknya *whey* yang keluar dalam persentase. Persentase *whey* lebih rendah menunjukkan kualitas yang lebih baik dari pada persentase *whey* yang tinggi atau semakin rendah persentase *whey* maka volume *whey*

yang keluar lebih sedikit dan menghasilkan *curd* yang lebih banyak. Rata-rata persentase *whey* pada keju markisa dengan penambahan starter *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 dan lama pemeraman yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4 terlihat persentase *whey* pada keju markisa dengan level starter *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 dengan level 0,5%; 1% dan 1,5% masing-masing 86,26; 83,45 dan 81,41. Hasil analisis ragam (Lampiran 5) menunjukkan bahwa level starter memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap persentase *whey*. Uji beda nyata terkecil (BNT) (Lampiran 6) menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap persentase *whey* untuk level starter 0,5% dan 1% serta level starter 0,5% dan 1,5%, kecuali untuk level starter 1% dan 1,5% berbeda nyata ($P < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan level starter *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 dengan level yang berbeda memberikan pengaruh terhadap persentase *whey* dengan artian semakin banyak *curd* yang terbentuk semakin sedikit volume *whey* yang keluar atau semakin tinggi persentase *whey*. Hal ini sesuai dengan pendapat Zuriyati (2007), menyatakan bahwa semakin banyak kasein yang menggumpal (*curd*) ketika terjadi keasaman sampai pada titik isoelektrik yang dicapai ketika penambahan sari buah markisa, dengan semakin banyak *curd* yang terbentuk maka *whey* yang diperoleh akan semakin sedikit.

Hasil analisis ragam (Lampiran 2 dan 5), menunjukkan bahwa interaksi antara level starter dan lama pemeraman terhadap produksi *curd* dan persentase *whey* tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$). Hal ini memperlihatkan bahwa kedua faktor yaitu level starter dan lama pemeraman tidak saling mempengaruhi terhadap produksi *curd* dan persentase *whey* yang dihasilkan.

Pengaruh Level Starter *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527 terhadap Penurunan pH Keju Markisa

Rata-rata nilai pH keju dengan penambahan level starter *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 dan lama pemeraman yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Nilai pH Keju Markisa dengan Penambahan Level Starter *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 dan Lama Pemeraman yang berbeda

Level Starter (A)	Lama Pemeraman (Minggu) (B)				Rata-rata
	1	2	3	4	
0,5%	4,86	4,69	4,52	4,22	4,57 ^a
1%	4,82	4,68	4,45	4,10	4,51 ^a
1,5%	4,67	4,52	4,39	3,97	4,39 ^b
Rata-rata	4,78 ^a	4,63 ^b	4,45 ^c	4,09 ^d	

Ket: Angka dengan huruf yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Hasil analisis ragam (Lampiran 8) menunjukkan bahwa level starter yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai rata-rata pH keju. Uji Beda Nyata Terkecil (Lampiran 9) menunjukkan level starter 0,5% dan 1% tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dan level starter 0,5 dan 1,5% menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) sedangkan level starter 1 dan 1,5% berbeda nyata ($P < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan masing-masing level starter yang ditambahkan menunjukkan penurunan pH yang cukup signifikan

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata nilai pH keju markisa yang diperoleh untuk level starter yang ditambahkan untuk level 0,5%, 1% dan 1,5% masing-masing 4,57; 4,51; 4,39. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak level starter yang ditambahkan maka semakin rendah pH yang terbentuk. Hal ini disebabkan karena aktivitas *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 untuk mengurai laktosa menjadi asam

laktat menjadi lebih banyak yang ditandai dengan rendahnya pH keju yang dihasilkan dan adanya kandungan asam dari sari buah markisa dalam bentuk asam sitrat dan asam askorbat. Buchanan dan Gibbons (1975), menyatakan bahwa *Lc. lactis* merupakan bakteri yang melakukan metabolisme glukosa menjadi asam laktat, dimana pH akhir yang terbentuk dalam glukosa broth dapat mencapai 4,0-4,5. Sejalan dari itu Buckle *et al.*, (1987), menyatakan pH susu segar berada diantara pH 6,6-6,7 dan bila terjadi cukup banyak pengasaman oleh bakteri yang sengaja ditambahkan maupun bakteri yang secara alami terdapat pada keju maka angka-angka ini akan menurun secara nyata.

Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Penurunan pH Keju Markisa

Hasil analisis ragam (Lampiran 8) memperlihatkan bahwa lama pemeraman berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap penurunan pH keju markisa. Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (Lampiran 10), menunjukkan bahwa lama pemeraman memperlihatkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) pada penurunan pH. Hal ini memperlihatkan terjadinya perbedaan terhadap nilai pH yang dihasilkan pada setiap lama pemeraman atau setiap minggunya.

Tabel 3 terlihat rata-rata nilai pH pada lama pemeraman 1 sampai 4 minggu masing-masing 4,78; 4,63; 4,45; dan 4,09. Data tersebut terlihat bahwa semakin lama pemeraman memperlihatkan penurunan pH. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya asam laktat yang dihasilkan sebagai hasil dari aktivitas *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 dan bakteri-bakteri yang lain yang terdapat secara alami dalam susu selama pemeraman sehingga akan terjadi penurunan pH pada setiap minggunya. Hal ini

sesuai dengan pendapat Hidayat, dkk (2006), menyatakan bahwa selama pemeraman atau pematangan akan terjadi proses biokimia akibat adanya aktivitas bakteri yang secara alami sudah ada pada susu dan ataupun bakteri yang sengaja ditambahkan sehingga selama pemeraman akan terbentuk asam laktat sebagai hasil dari proses fermentasi yang terjadi yang ditandai dengan terjadinya penurunan pH.

Hasil analisis ragam (Lampiran 8), menunjukkan bahwa interaksi antara level starter dan lama pemeraman terhadap penurunan pH keju tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$). Hal ini memperlihatkan bahwa kedua faktor yaitu level starter dan lama pemeraman tidak saling mempengaruhi terhadap penurunan pH keju.

Pengaruh Level Starter *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527 terhadap Kekerasan Keju Markisa

Rata-rata nilai kekerasan keju markisa dengan level starter *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 dan lama pemeraman yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Nilai kekerasan Keju Markisa (kg/cm^2) dengan Penambahan Level Starter *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 dan Lama Pemeraman yang berbeda

Level Starter (A)	Lama Pemeraman (Minggu) (B)				Rata-rata
	1	2	3	4	
0,5%	0,63	1,05	1,23	1,47	1,10 ^a
1%	0,97	1,44	1,67	1,97	1,51 ^b
1,5%	1,52	1,89	2,05	2,26	1,93 ^c
Rata-rata	1,04 ^a	1,46 ^b	1,65 ^c	1,90 ^d	

Ket: Angka dengan huruf yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$)

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan level starter yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kekerasan keju. Uji Beda Nyata Terkecil (Lampiran 13) bahwa

masing-masing level starter menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$). Hal ini disebabkan bahwa pengaruh level starter memberikan perbedaan terhadap kekerasan pada setiap level.

Tabel 4 memperlihatkan nilai rata-rata kekerasan keju untuk level starter 0,5%-1,5% masing-masing 1,10; 1,51; 1,93. Data tersebut menunjukkan semakin tinggi level yang ditambahkan semakin keras keju yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena penambahan starter akan menentukan tekstur dan kadar air. Hal ini sesuai dengan pendapat Hidayat, dkk (2006), menyatakan bahwa penambahan kultur bakteri biasanya bakteri asam laktat akan membantu proses pembentukan *curd*, dan juga menentukan tekstur dan kadar air keju.

Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Kekerasan Keju Markisa

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa pemeraman yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kekerasan keju. Uji Beda Nyata Terkecil (Lampiran 14) bahwa lama pemeraman memperlihatkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$). Hal ini disebabkan karena pemeraman memberikan perbedaan terhadap kekerasan keju.

Tabel 4 memperlihatkan nilai rata-rata kekerasan keju pada pemeraman 1 sampai 4 minggu masing-masing 1,04; 1,46; 1,65; 1,90. Data tersebut terlihat semakin lama pemeraman memperlihatkan kenaikan tingkat kekerasan keju. Hal ini disebabkan karena pemeraman dapat membantu pengeluaran air, dimana semakin rendah kadar air maka semakin keras keju yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Buckle *et al.*, (1987), menyatakan bahwa selama proses pematangan dan

curing, keju mengalami perubahan yang mengubah flavor, masa (*body*), tekstur dan bau.

Hasil analisis ragam (Lampiran 12), menunjukkan bahwa interaksi antara level starter dan lama pemeraman terhadap kekerasan keju tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$). Hal ini memperlihatkan bahwa tingkat kekerasan keju tidak saling mempengaruhi diantara kedua faktor tersebut.

Uji Organoleptik

Uji organoleptik merupakan proses pengindraan terhadap suatu rangsangan untuk mendapatkan respon indrawi dari panelis, dimana pengujian ini dilakukan untuk melihat mutu dari suatu produk dan tingkat penerimaan konsumen atas produk tersebut. Hasil pengamatan secara fisik atas warna, bau dan rasa terhadap keju markisa dengan penambahan level starter dan lama pemeraman yang berbeda dapat dilihat pada tabel 5, 6 dan 7.

Pengaruh Level Starter *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527 terhadap Warna Keju Markisa

Warna merupakan salah satu parameter yang diukur dalam penilaian mutu dan tingkat penerimaan konsumen atas produk tersebut. Rata-rata hasil pengukuran warna keju markisa dengan level starter *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 dan lama pemeraman yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Hasil Pengamatan Warna Keju Markisa dengan Penambahan Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527) dan Lama Pemeraman yang Berbeda.

Level Starter (A)	Lama Pemeraman (Minggu) (B)				Rata-rata
	1	2	3	4	
0,5%	2,97 putih kekuningan	2,67 putih kekuningan	2,57 putih kekuningan	2,40 agak kuning	2,65 putih kekuningan
1%	3,20 putih kekuningan	2,80 putih kekuningan	2,60 putih kekuningan	2,57 putih kekuningan	2,79 putih kekuningan
1,5%	3,30 putih kekuningan	3,00 putih kekuningan	2,63 putih kekuningan	2,37 agak kuning	2,83 putih kekuningan
Rata-rata	3,15 putih kekuningan	2,82 putih kekuningan	2,60 putih kekuningan	2,44 agak kuning	

Ket: nilai skor warna keju : 1) kuning, 2) agak kuning, 3) putih kekuningan, 4) agak putih, 5) putih

Hasil analisis ragam (Lampiran 16) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan level starter yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap warna keju. Uji Beda Nyata Terkecil (Lampiran 17) bahwa masing-masing level starter 0,5% dan 1%; 0,5% dan 1,5% menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) kecuali pada level starter 1% dan 1,5% menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0,05$). Hal ini disebabkan bahwa level starter yang ditambahkan tidak memberikan intensitas warna keju yang berbeda.

Tabel 5 menunjukkan nilai rata-rata warna keju markisa dengan penambahan level starter 0,5%, 1% dan 1,5% masing-masing 2,65 (putih kekuningan), 2,79 (putih kekuningan), 2,83 (putih kekuningan). Data tersebut terlihat bahwa warna keju yang dihasilkan masing-masing berwarna putih kekuningan namun tingkat proporsi warna pada setiap level saling berbeda. Warna kuning yang terbentuk berasal dari beta karoten yang secara alami ada pada susu dan sari buah markisa sehingga keju tersebut tidak perlu dilakukan penambahan warna. Hal ini sesuai dengan pendapat Hidayat,

dkk (2006), menyatakan bahwa warna merupakan atribut penting pada makanan dan kadang-kadang dihubungkan dengan kualitas sehingga mempengaruhi akseptabilitas produk pangan sehingga dalam proses pembuatan keju jika diperlukan pewarnaan maka ditambahkan zat pewarna kuning *Annato*. Sejalan dari itu Salunkhe dan Desai (1986), menyatakan bahwa sari buah markisa disebarkan oleh pigmen karotenoid, khususnya betha karoten, seta karoten, dan fitofluen.

Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Warna Keju Markisa

Hasil analisis ragam (Lampiran 16) menunjukkan bahwa Lama pemeraman memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap warna keju. Uji Beda Nyata Terkecil (Lampiran 18) bahwa masing-masing lama pemeraman 1 dan 2 minggu; 1 dan 3 minggu, 1 dan 4 minggu; 2 dan 3 minggu; 2 dan 4 minggu menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) dan lama pemeraman 3 dan 4 minggu menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Hasil tersebut terlihat bahwa nilai warna pada keju memiliki perbedaan pada setiap minggu pemeraman.

Tabel 5 menunjukkan nilai rata-rata warna keju yang dihasilkan untuk setiap 1-4 minggu pemeraman masing-masing 3,15 (putih kekuningan); 2,82 (putih kekuningan); 2,60 (putih kekuningan); 2,44 (agak kuning). Hasil tersebut terlihat pemeraman 4 minggu memberikan warna keju yang lebih baik dibandingkan 1-3 minggu pemeraman. Hal ini disebabkan bahwa semakin lama pemeraman maka butiran beta karoten menyebar secara rata. Hal ini sesuai dengan pendapat Rahman, dkk (1992), menyatakan bahwa pemeraman pada suhu rendah memungkinkan akan

terjadinya penguraian lemak, protein dan zat-zat organik sehingga akan memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik dan kimia keju yang dihasilkan.

Hasil analisis ragam (Lampiran 16), menunjukkan bahwa interaksi antara level starter dan lama pemeraman terhadap warna keju tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$). Hal ini memperlihatkan bahwa kedua faktor yaitu level starter dan lama pemeraman tidak saling mempengaruhi terhadap intensitas warna keju.

Pengaruh Level Starter *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527 terhadap Bau Keju Markisa

Rata-rata hasil pengukuran bau keju markisa dengan level starter *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 dan lama pemeraman yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata Hasil Pengamatan Bau Keju Markisa dengan Penambahan Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527) dan Lama Pemeraman yang Berbeda.

Level Starter (A)	Lama Pemeraman (Minggu) (B)				Rata-rata
	1	2	3	4	
0,5%	2,40 agak berbau markisa	2,57 khas susu dan markisa	2,70 khas susu dan markisa	2,80 khas susu dan markisa	2,62 khas susu dan markisa
1%	2,57 khas susu dan markisa	2,60 khas susu dan markisa	2,73 khas susu dan markisa	2,80 khas susu dan markisa	2,68 khas susu dan markisa
1,5%	2,67 khas susu dan markisa	2,73 khas susu dan markisa	2,80 khas susu dan markisa	3,03 khas susu dan markisa	2,81 khas susu dan markisa
Rata-rata	2,54 khas susu dan markisa	2,63 khas susu dan markisa	2,74 khas susu dan markisa	2,88 khas susu dan markisa	

Keterangan nilai skor bau keju : 1) berbau markisa, 2) agak berbau markisa, 3) khas susu dan markisa, 4) agak berbau susu, 5) berbau susu

Berdasarkan analisis ragam (Lampiran 20), menunjukkan level starter berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap bau keju yang terbentuk. Hasil uji Beda Nyata

Terkecil (Lampiran 21) menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P>0,05$) terhadap bau keju pada level starter 0,5% dan 1%; 1% dan 1,5% dan level 0,5% dan 1,5% berbeda nyata ($P<0,05$). Data tersebut menunjukkan bau keju yang dihasilkan tidak berbeda jauh pada setiap level starter yang ditambahkan. Tabel 6 memperlihatkan nilai rata-rata bau keju pada setiap level starter 0,5%, 1% dan 1,5% masing-masing berbau khas susu dan markisa dengan nilai proporsi 2,62; 2,68; 2,81. Data tersebut terlihat masing-masing level memperlihatkan bau keju khas susu dan markisa namun nilai skor yang dihasilkan mengalami intensitas bau yang semakin tinggi dengan banyaknya level starter yang ditambahkan.

Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Bau Keju Markisa

Hasil analisis ragam (Lampiran 20) menunjukkan bahwa Lama pemeraman memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P<0,01$) terhadap Bau keju. Uji Beda Nyata Terkecil (Lampiran 22) tidak terjadi perbedaan yang nyata ($P>0,05$) untuk lama pemeraman 1 dan 2 minggu; 2 dan 3 minggu; serta 3 dan 4 minggu dan untuk lama pemeraman 1 dan 3 minggu berbeda nyata ($P<0,05$) sedangkan lama pemeraman 1 dan 4 minggu dan 2 dan 4 minggu berbeda sangat nyata ($P<0,01$) terhadap bau keju yang dihasilkan.

Tabel 6 terlihat nilai rata-rata bau keju yang terbentuk pada masing-masing pemeraman 1 sampai 4 minggu masing-masing berbau khas susu dan markisa dengan rata-rata skor masing-masing 2,54; 2,63; 2,74; 2,88. Hal tersebut terlihat perubahan bau keju dari 2,54 sampai 2,88. Hal ini disebabkan karena selisih perbedaan pada setiap lama pemeraman tidak jauh berbeda sehingga memiliki hasil uji bau yang

hampir sama. Sejalan dari itu Buckle *et al.*, (1987), menyatakan bahwa selama pematangan atau curing keju akan mengalami perubahan yang mengubah flavor dan kadang-kadang bau. Perubahan ini disebabkan karena fermentasi laktosa, sitrat dan senyawa-senyawa organik lainnya menjadi bermacam-macam asam, ester, alkohol dan senyawa pembentuk flavor dan aroma yang mudah menguap.

Hasil analisis ragam (Lampiran 20), menunjukkan bahwa interaksi antara level starter dan lama pemeraman terhadap bau keju markisa tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$). Hal ini memperlihatkan bahwa kedua faktor tersebut tidak saling mempengaruhi terhadap bau keju markisa yang dihasilkan.

Pengaruh Level Starter *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527 terhadap Rasa Keju Markisa

Hasil pengukuran rasa keju markisa dengan level starter *Lc. lactis* subsp. *lactis* 527 dan lama pemeraman yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata Hasil Pengamatan Rasa Keju Markisa dengan Penambahan Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527) dan Lama Pemeraman yang Berbeda.

Level Starter (A)	Lama Pemeraman (Minggu) (B)				Rata-rata
	1	2	3	4	
0,5%	3,03 rasa markisa	2,67 rasa markisa	2,50 rasa markisa	1,90 rasa markisa dan rasa susu	2,53 rasa markisa
1%	2,77 rasa markisa	2,53 rasa markisa	2,23 rasa markisa dan rasa susu	1,20 rasa asam dan markisa	2,18 rasa markisa dan rasa susu
1,5%	2,60 rasa markisa	2,33 rasa markisa dan rasa susu	1,63 rasa markisa dan rasa susu	1,20 rasa asam dan markisa	1,94 rasa markisa dan rasa susu
Rata-rata	2,80 rasa markisa	2,51 rasa markisa	2,12 rasa markisa dan rasa susu	1,43 rasa asam dan markisa	

Keterangan nilai skor rasa keju : 1) rasa asam dan markisa, 2) rasa markisa dan rasa susu, 3) rasa markisa, 4) rasa susu.

Hasil analisis ragam (Lampiran 24) menunjukkan bahwa level starter memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rasa keju. Uji beda nyata (Lampiran 25) menunjukkan bahwa level starter yang berbeda masing-masing memberikan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rasa keju.

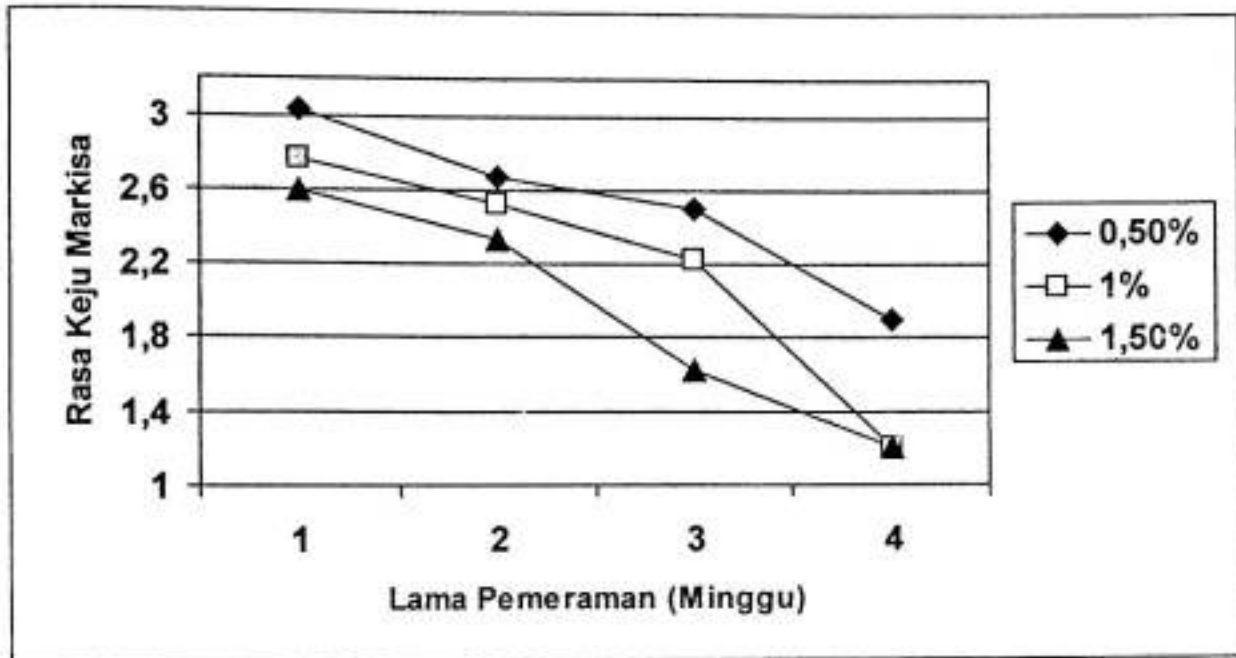
Tabel 7 nilai rata-rata rasa keju markisa pada setiap level starter 0,5%, 1% dan 1,5% masing-masing 2,53 (rasa markisa); 2,18 (rasa markisa dan rasa susu); 1,94 (rasa markisa dan rasa susu). Hasil tersebut terlihat bahwa penambahan level starter yang berbeda memberikan pengaruh terhadap rasa keju yang dihasilkan. Hal ini disebabkan bahwa penambahan kultur starter memberikan pengaruh terhadap flavor atau rasa yang dihasilkan, karena aktivitas dari starter yang ditambahkan akan terjadi penguraian laktosa menjadi asam laktat sehingga akan menghasilkan rasa yang khas. Hal ini sesuai dengan pendapat Rahman, dkk (1992), yang menyatakan bahwa pemeraman dapat mengkatalisa produksi bahan-bahan yang larut dalam air, komponen flavor, peptida, asam amino, asam lemak, dan karbonil dalam komposisi tertentu sehingga dapat dihasilkan flavor yang proporsional yang memberikan rasa khas pada keju.

Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Rasa Keju Markisa

Hasil analisis ragam (Lampiran 24) menunjukkan bahwa Lama pemeraman memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rasa keju. Uji Beda Nyata Terkecil (Lampiran 26) berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rasa keju markisa untuk lama pemeraman 1, 2, 3, dan 4 minggu. Hal tersebut menunjukkan bahwa lama pemeraman memberikan perbedaan terhadap rasa keju yang dihasilkan.

Tabel 7 menunjukkan nilai rasa keju markisa pada setiap pemeraman 1-4 minggu masing-masing 2,80 (rasa markisa), 2,51 (rasa markisa), 2,12 (rasa markisa dan rasa susu), 1,43 (rasa asam dan markisa). Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemeraman menyebabkan rasa keju pada setiap pemeraman terjadi perubahan hingga mencapai rasa asam dan markisa pada pemeraman 4 minggu. Hal ini menunjukkan terjadinya aktivitas starter yang ditambahkan untuk mengurai laktosa menjadi asam laktat serta kandungan asam dari buah markisa menyebabkan pada pemeraman 4 minggu memiliki rasa asam dan markisa. Hal ini sesuai dengan pendapat Rahman, dkk (1992), menyatakan bahwa pemeraman dapat mengkatalisa produksi bahan-bahan yang larut dalam air, komponen flavor, peptida, asam amino, asam lemak, dan karbonil dalam komposisi tertentu sehingga dapat dihasilkan flavor yang proporsional yang memberikan rasa khas pada keju.

Hasil analisis ragam (Lampiran 24), menunjukkan bahwa interaksi antara level starter dan lama pemeraman terhadap rasa keju berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Hal ini memperlihatkan bahwa diantara kedua faktor tersebut saling mempengaruhi terhadap intensitas rasa keju. Untuk lebih jelasnya grafik intensitas rasa keju yang dihasilkan selama pemeraman dengan penambahan level starter yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Rasa Keju Markisa dengan Level Starter *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* S27 dan Lama Pemeraman yang Berbeda. (Keterangan nilai skor rasa keju : (1) rasa asam dan markisa, (2) rasa markisa dan rasa susu, (3) rasa markisa, (4) rasa susu)

Gambar 5 terlihat bahwa masing-masing level starter yang ditambahkan selama pemeraman menghasilkan rasa keju mengalami perubahan mulai dari rasa markisa sampai mencapai rasa asam dan markisa. Semakin tinggi level yang ditambahkan akan semakin rendah skor rasa yang dihasilkan selama pemeraman. Hal tersebut disebabkan karena level starter dan lama pemeraman memberikan pengaruh terhadap rasa keju yang dihasilkan, karena semakin tinggi level starter yang ditambahkan maka semakin cepat terbentuknya rasa asam yang dihasilkan sebagai hasil dari penguraian laktosa menjadi asam laktat dan juga semakin lama pemeraman maka semakin banyak asam laktat yang dihasilkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi level starter yang ditambahkan maka produksi *curd*, persentase *whey*, tingkat kekerasan keju mengalami peningkatan, dan kualitas organoleptik atas warna, bau dan rasa mengalami perubahan serta terjadi penurunan pH pada keju markisa yang dihasilkan.
2. Semakin Lama keju diperam maka kekerasan keju semakin meningkat dan terjadi penurunan pH keju markisa, serta kualitas organoleptik atas warna, bau dan rasa keju markisa mengalami perubahan.
3. Kombinasi antara level starter dan lama pemeraman dapat meningkatkan kualitas organoleptik atas rasa keju markisa yang dihasilkan

Saran

1. Keju sebaiknya perlu di peram lebih dari 4 minggu untuk melihat kualitas yang lebih baik.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keju yang terbaik adalah dengan pemberian level starter 1,5% dan pemeraman 4 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M.1984. Kimia dan Teknologi Pengolahan Air Susu. Andi Offset, Yogyakarta.
- Anonim, 2001. Keju. <http://www.dev.p3.International.org/groups/content/ind/tpa/tpa-1-5-25.html>. [30 September 2006].
- _____, 2002. Cheese. <http://www.Fcodsci.vogeuiph.ca/dairyedu.cheese.html>. [24 Februari 2006].
- _____, 2006. Markisa. http://www.p3gizi.litbang.depkes.go.id/index_php?option_com_content&task=view&id=311-16k-cachehead-similar_pages. [20 Oktober 2006].
- Buchanan, R.E and N.E Gibbons. 1975. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. The William and Wilkins Company Baltimore, Amerika.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet dan M. Wootton. 1987. Ilmu Pangan. Penerjemah Purnomo, H dan Adiono. UIP, Jakarta.
- Fardiaz, S dan B.S.L. Jenie. 1988. Mikrobiologi Pangan II, Laboratorium Mikrobiologi Pangan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB, Bogor.
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan I. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gaspersz, V. 1991. Metode Perancangan Percobaan. CV Armico, Bandung.
- Hariyadi dan Purwiyatno. 1980. Tekno Pangan dan Agroindustri, Volume I, Nomor 1-12. Departemen Teknologi Pangan dan Gizi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hariati, I. 2006. Pembuatan Keju Secara Fermentasi oleh Bakteri *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus* dan *Leuconostoc mesenteroides*. <http://www.digilib.bi.itb.ac.id/go.php?id=jbphitbbi-gdl-s2-2006-isenhariat-1432>. [20 Oktober 2006].
- Helferich, W dan D. Westheff. 1980. All About Yoghurt. Prentice Hall, Ind., Englewood cliffs, New Jersey.
- Hidayat, N., M.C. Padaga, dan S. Suhartini. 2006 Mikrobiologi Industri. CV Andi Offset, Yogyakarta.

- Nelly. A. 2004. Analisis Fisika dan Kimia Keju yang Ada di Pasar. Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Novidia, E.J. 2003. Keju Produk Olahan Susu yang Kaya Nutrisi. <http://www.PikiranRakyat.com/cetak/0203/02/1004.html>. [15 Maret 2005].
- Rahman, A., S. Fardiaz., W.P Rahayu, dan C.C Nurwitri. 1992. Teknologi Fermentasi Susu. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian, Bogor
- Rukmana, R. 2003. Usaha Tani Markisa. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Sa'id. E.G. 1987. Bio Industri Penerapan Teknologi Fermentasi. PT. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Salunkhe, D.K., B.B Desai, 1986. Post Harvest Biotechnology of Fruits Volume II. CRC Press, Inc., Florida. P:53-57
- Shiddieqy, 2004. Memetik Manfaat Susu Sapi. <http://www.wikipedia.org/wiki/susu/0245.html>. [24 Desember 2005].
- Suharto, L. 1995. Bioteknologi dalam Dunia Industri. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Susilorini, T.E. dan E.M. Sawitri, 2006. Produk Olahan Susu. Penebar Swadaya, Jakarta
- Wahyudi. 2006. Proses Pembuatan dan Analisis Mutu Yoghurt. <http://www.Pustaka.Deptan.go.id/publication/bt111064.pdf>. [27 Desember 2006].
- Zuriyati, W. 2007. Pengaruh Konsentrasi Sari Buah Markisa (*Passiflora edulis sims*) terhadap Pembentukan *Curd* Sebagai Bakal Keju. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin, Makassar.

Lampiran 1. Hasil Perhitungan Produksi *Curd* (%) Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (*Lc. lactis* subsp *lactis* 527)

Ulangan	Level starter			Total
	0,5%	1%	1,5%	
1	15,14	16,77	17,63	
2	12,97	16,44	18,24	
3	14,22	15,23	19,90	
Total	42,33	48,44	55,70	146,47
Rata-rata	14,11	16,15	18,59	

a. Menentukan Nilai Jumlah Kuadrat (JK)

$$FK = \frac{Y^2 \dots}{rt}$$

$$= \frac{(146,47)^2}{(3)(3)}$$

$$= 2383,718$$

$$JKT = \sum_y Y_y^2 - FK = (15,14)^2 + (12,97)^2 + \dots + (19,90)^2 - 2383,718$$

$$= 2422,6328 - 2383,718$$

$$= 38,915$$

$$JKP = \frac{\sum_i Y_i^2}{r} - FK$$

$$= \frac{(42,33)^2 + (48,44)^2 + \dots + (55,70)^2}{3} - 2383,718$$

$$= 2413,584167 - 2383,718$$

$$= 29,866$$

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 38,915 - 29,866 = 9,049$$

b. Menghitung Derajat Bebas (DB)

db perlakuan	= t - 1 = 3 - 1 = 2
db galat	= t(r-1) = (3)(3-1) = 6
db total	= rt - 1 = (3)(3) - 1 = 8

c. Menentukan Kuadrat teraga (KT)

$$KTP = \frac{JKP}{dbp} = \frac{29,866}{2} = 14,933$$

$$KTG = \frac{JKG}{dbg} = \frac{9,049}{6} = 1,508$$

d. Menentukan F hitung (Fh)

$$Fh = \frac{KTP}{KTG} = \frac{14,933}{1,508} = 9,90$$

Lampiran 2 Tabel Sidik Ragam Produksi *Curd* Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	2	29,866	14,933	9,90**	5,14	10,92
Galat	6	9,049	1,508			
Total	8	38,915	-			

Keterangan: ** Berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$), $kk = 7,55\%$

Lampiran 3. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Produksi *Curd* Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527)

Level Starter	Rata-rata	Selisih		
		0,5%	1%	1,5%
0,5%	14,11	-	2,04 ⁱⁿ	4,48**
1,0%	16,15	-	-	2,44 ⁱⁿ
1,5%	18,59	-	-	-

Ket: ** Berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)
ⁱⁿ Tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)

$$\begin{aligned} \text{Taraf } 5\% &= t_{\alpha}(dbg) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\ &= t_{0,05}(6) \sqrt{\frac{2(1,508)}{3}} \\ &= 2,447 \times 1,003 \\ &= 2,45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Taraf } 1\% &= t_{\alpha}(dbg) \sqrt{\frac{2(KTG)}{r}} \\ &= t_{0,01}(6) \sqrt{\frac{2(1,508)}{3}} \\ &= 3,707 \times 1,003 \\ &= 3,72 \end{aligned}$$

Lampiran 4. Hasil Perhitungan % *Whey* Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527)

Ulangan	Level starter			Total
	0,5%	1%	1,5%	
1	84,87	83,24	82,37	
2	87,04	83,57	81,76	
3	86,88	83,55	80,10	
Total	258,79	250,36	244,23	753,38
Rata-rata	86,26	83,45	81,41	

a. Menentukan Nilai Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{Y^2}{rt} \\
 &= \frac{(753,38)^2}{(3)(3)} \\
 &= 63064,603
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum Y_{ij}^2 - FK = (84,87)^2 + (87,04)^2 + \dots + (80,10)^2 - 63064,603 \\
 &= 63105,9824 - 63064,603 \\
 &= 41,379
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \frac{\sum Y_i^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(258,79)^2 + (250,36)^2 + (244,23)^2}{3} - 63064,603 \\
 &= 63100,2287 - 63064,603 \\
 &= 35,626
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 41,379 - 35,626 = 5,753
 \end{aligned}$$

b. Menghitung Derajat Bebas (DB)

$$\begin{aligned}
 \text{db perlakuan} &= t - 1 = 3 - 1 = 2 \\
 \text{db galat} &= t(r-1) = (3)(3-1) = 6 \\
 \text{db total} &= rt - 1 = (3)(3) - 1 = 8
 \end{aligned}$$

c. Menentukan Kuadrat tengah (KT)

$$KTP = \frac{JKP}{dbp} = \frac{35,626}{2} = 17,813$$

$$KTG = \frac{JKG}{dbg} = \frac{5,753}{6} = 0,959$$

d. Menentukan F hitung (Fh)

$$Fh = \frac{KTP}{KTG} = \frac{17,813}{0,959} = 18,574$$

Lampiran 5. Tabel Sidik Ragam % *Whey* Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	F Tabel	
					5%	1%
Periakuan Galat	2	35,626	17,813	18,574**	5,14	10,92
Total	6	5,753	0,959			
	8	41,379	-	-		

Ket: **) Sangat berpengaruh nyata (P<0,01), kk = 1,17%

Lampiran 6. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) % *Whey* Keju Markisa terhadap Pengaruh Pemberian Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527)

Level Starter	Rata-rata	Selisih		
		0,5%	1%	1,5%
0,5%	86,26	-	2,81**	4,89**
1,0%	83,45	-	-	2,04*
1,5%	81,41	-	-	-

Ket: *) berbeda nyata (P<0,05)

**) Sangat berbeda nyata (P<0,01)

$$\begin{aligned} \text{Taraf 5\%} &= t_{\alpha}(dbg) \sqrt{\frac{2(KTG)}{r}} \\ &= t_{0,05}(6) \sqrt{\frac{2(0,959)}{3}} \\ &= 2,447 \times 0,799 \\ &= 1,955 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Taraf 1\%} &= t_{\alpha}(dbg) \sqrt{\frac{2(KTG)}{r}} \\ &= t_{0,01}(6) \sqrt{\frac{2(0,959)}{3}} \\ &= 3,143 \times 0,799 \\ &= 2,511 \end{aligned}$$

Lampiran 7. Hasil Perhitungan pH Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527) dan Lama Pemeraman

Level Starter (A)	Ulangan	Lama Pemeraman, Minggu (B)				Total
		1	2	3	4	
0,5 %	1	5,08	4,70	4,50	4,30	
	2	4,70	4,68	4,48	4,12	
	3	4,80	4,70	4,57	4,23	
Sub total		14,58	14,08	13,55	12,65	54,86
Rata-rata		4,86	4,69	4,52	4,22	4,57
1%	1	4,90	4,75	4,60	4,29	
	2	4,75	4,65	4,55	4,11	
	3	4,80	4,65	4,20	3,90	
Sub total		14,45	14,05	13,35	12,30	54,15
Rata-rata		4,82	4,68	4,45	4,10	4,51
1,5%	1	4,75	4,50	4,37	4,00	
	2	4,65	4,55	4,50	4,10	
	3	4,60	4,50	4,30	3,80	
Sub total		14,00	13,55	13,17	11,90	52,62
Rata-rata		4,67	4,52	4,39	3,97	4,39
Total		43,03	41,68	40,07	36,85	161,63
Rata-rata		4,78	4,63	4,45	4,09	

a. Menentukan Nilai Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{Y^2 \dots}{rab} \\
 &= \frac{(161,63)^2}{(3)(3)(4)} \\
 &= 725,674
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_{ijk} Y_{ijk}^2 - FK = (5,08)^2 + (4,70)^2 + \dots + (3,80)^2 - 725,674 \\
 &= 728,6445 - 725,674 \\
 &= 2,971
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \frac{\sum Y_{ij}^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(14,58)^2 + (14,08)^2 + \dots + (11,90)^2}{3} - 725,674 \\
 &= 728,2755667 - 725,674 \\
 &= 2,602
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 2,971 - 2,602 = 0,369
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(A) &= \frac{\sum (a_i)^2}{rb} - Fk \\
 &= \frac{(54,86)^2 + (54,15)^2 + (52,62)^2}{(3)(4)} - 725,674 \\
 &= 725,8922083 - 725,674 \\
 &= 0,218
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(B) &= \frac{\sum (b_j)^2}{ra} - Fk \\
 &= \frac{(43,03)^2 + (41,68)^2 + (40,07)^2 + (36,85)^2}{(3)(3)} - 725,674 \\
 &= 728,0367444 - 725,674 \\
 &= 2,363
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(AB) &= JKP - JK(A) - JK(B) \\
 &= 2,602 - 0,218 - 2,363 \\
 &= 0,021
 \end{aligned}$$

b. Menghitung Derajat Bebas (DB)

db level starter (A)	$= a - 1 = 3 - 1 = 2$
db Lama pemeraman (B)	$= b - 1 = 4 - 1 = 3$
db interaksi (AB)	$= (a - 1)(b - 1) = (3 - 1)(4 - 1) = 6$
db perlakuan	$= ab - 1 = (3)(4) - 1 = 11$
db galat	$= ab(r - 1) = (3)(4)(3 - 1) = 24$
db total	$= rab - 1 = (3)(3)(4) - 1 = 35$

c. Menentukan Kuadrat tengah (KT)

$$KT(A) = \frac{JK(A)}{db(A)} = \frac{0,218}{2} = 0,109$$

$$KT(B) = \frac{JK(B)}{db(B)} = \frac{2,363}{3} = 0,788$$

$$KT(AB) = \frac{JK(AB)}{db(AB)} = \frac{0,021}{6} = 0,004$$

$$KTG = \frac{JKG}{dbg} = \frac{0,369}{24} = 0,015$$

d. Menentukan F hitung (Fh)

$$Fh(A) = \frac{KT(A)}{KTG} = \frac{0,109}{0,015} = 7,27$$

$$Fh(B) = \frac{KT(B)}{KTG} = \frac{0,788}{0,015} = 52,53$$

$$Fh(AB) = \frac{KT(AB)}{KTG} = \frac{0,004}{0,015} = 0,27$$

Lampiran 8. Tabel Sidik Ragam pH Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (*L. lactis* subsp. *lactis* 527) dan Lama Pemeraman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	2,602				
Level Starter (A)	2	0,218	0,109	7,27**	3,40	5,61
Pemeraman (B)	3	2,363	0,788	52,53**	3,01	4,72
Interaksi (AB)	6	0,021	0,004	0,27 ^{tn}	2,51	3,67
Galat	24	0,369	0,015			
Total	35	2,971	-	-		

Ket: **) Sangat berpengaruh nyata ($P < 0,01$)
 tn) Tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)

Lampiran 9. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pH Keju Markisa terhadap Pengaruh Pemberian Level Starter (*L. lactis subsp.lactis* 527)

Level Starter	Rata-rata	Selisih		
		0,5%	1%	1,5%
0,5%	4,57	-	0,06 ^{tn}	0,18 ^{**}
1,0%	4,51	-	-	0,12 [*]
1,5%	4,39	-	-	-

Ket: ^{*}) berbeda nyata (P<0,05)

^{**}) berbeda sangat nyata (P<0,01)

^{tn}) Tidak berbeda nyata (P>0,05)

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 5\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,05}(24) \sqrt{\frac{2(0,015)}{(3)(4)}} \\
 &= 2,064 \times 0,05 \\
 &= 0,10
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 1\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,01}(24) \sqrt{\frac{2(0,015)}{(3)(4)}} \\
 &= 2,797 \times 0,05 \\
 &= 0,14
 \end{aligned}$$

Lampiran 10. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pH Keju Markisa terhadap Pengaruh Lama Pemeraman

Lama Pemeraman	Rata-rata	Selisih			
		1 Mg	2 Mg	3 Mg	4 Mg
1 Mg	4,78	-	0,15 ^{**}	0,33 ^{**}	0,69 ^{**}
2 Mg	4,63	-	-	0,18 ^{**}	0,54 ^{**}
3 Mg	4,45	-	-	-	0,36 ^{**}
4 Mg	4,09	-	-	-	-

Ket: ^{**}) berbeda sangat nyata (P<0,01)

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 5\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,05}(24) \sqrt{\frac{2(0,015)}{(3)(3)}} \\
 &= 2,064 \times 0,058 \\
 &= 0,12
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 1\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,01}(24) \sqrt{\frac{2(0,015)}{(3)(3)}} \\
 &= 2,797 \times 0,058 \\
 &= 0,16
 \end{aligned}$$

Lampiran 11. Hasil Perhitungan Kekerasan keju (kg/cm²) Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (*Lc. lactis* subsp *lactis* 527) dan Lama Pemeraman

Level Starter (A)	Ulangan	Lama Pemeraman, Minggu (B)				Total
		1	2	3	4	
0,5 %	1	0,71	1,18	1,26	1,42	
	2	0,79	0,79	1,18	1,57	
	3	0,39	1,18	1,26	1,42	
Sub total		1,89	3,15	3,70	4,41	13,15
Rata-rata		0,63	1,05	1,23	1,47	1,10
1%	1	0,79	1,18	1,42	1,97	
	2	0,94	1,57	1,81	2,05	
	3	1,18	1,57	1,77	1,89	
Sub total		2,91	4,32	5,00	5,91	18,14
Rata-rata		0,97	1,44	1,67	1,97	1,51
1,5%	1	1,57	1,97	2,05	2,28	
	2	1,42	1,57	2,13	2,13	
	3	1,57	2,13	1,97	2,36	
Sub total		4,56	5,67	6,15	6,77	23,15
Rata-rata		1,52	1,89	2,05	2,26	1,93
Total		9,36	13,14	14,85	17,09	54,44
Rata-rata		1,04	1,46	1,65	1,90	

a. Menentukan Nilai Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{Y^2 \dots}{rab} \\
 &= \frac{(54,44)^2}{(3)(3)(4)} \\
 &= 82,325
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_{ijk} Y_{ijk}^2 - FK = (0,71)^2 + (0,79)^2 + \dots + (2,36)^2 - 82,325 \\
 &= 90,812 - 82,325 \\
 &= 8,487
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \frac{\sum y^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(1,89)^2 + (3,15)^2 + \dots + (6,77)^2}{3} - 82,325 \\
 &= 90,0964 - 82,325 = 7,771
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 8,487 - 7,771 = 0,716
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(A) &= \frac{\sum (a_i)^2}{rb} - Fk \\
 &= \frac{(13,15)^2 + (18,14)^2 + (23,15)^2}{(3)(4)} - 82,325 \\
 &= 86,49205 - 82,325 \\
 &= 4,167
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(B) &= \frac{\sum (b_j)^2}{ra} - Fk \\
 &= \frac{(9,36)^2 + (13,14)^2 + (14,85)^2 + (17,09)^2}{(3)(3)} - 82,325 \\
 &= 85,87331111 - 82,325 \\
 &= 3,546
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(AB) &= JKP - JK(A) - JK(B) \\
 &= 7,771 - 4,167 - 3,546 \\
 &= 0,058
 \end{aligned}$$

b. Menghitung Derajat Bebas (DB)

db level starter (A)	= a - 1 = 3 - 1 = 2
db Lama pemeraman (B)	= b - 1 = 4 - 1 = 3
db interaksi (AB)	= (a - 1) (b - 1) = (3 - 1)(4 - 1) = 6
db perlakuan	= ab - 1 = (3)(4) - 1 = 11
db galat	= ab(r-1) = (3)(4)(3 - 1) = 24
db total	= rab - 1 = (3)(3)(4) - 1 = 35

c. Menentukan Kuadrat tengah (KT)

$$KT(A) = \frac{JK(A)}{db(A)} = \frac{4,167}{2} = 2,084$$

$$KT(B) = \frac{JK(B)}{db(B)} = \frac{3,548}{3} = 1,183$$

$$KT(AB) = \frac{JK(AB)}{db(AB)} = \frac{0,058}{6} = 0,010$$

$$KTG = \frac{JKG}{dbg} = \frac{0,716}{24} = 0,03$$

d. Menentukan F hitung (Fh)

$$Fh(A) = \frac{KT(A)}{KTG} = \frac{2,084}{0,03} = 69,47$$

$$Fh(B) = \frac{KT(B)}{KTG} = \frac{1,183}{0,03} = 39,43$$

$$Fh(AB) = \frac{KT(AB)}{KTG} = \frac{0,010}{0,03} = 0,33$$

Lampiran 12. Tabel Sidik Ragam Kekerasan keju (kg/cm^2) terhadap Pengaruh Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527) dan Lama Pemeraman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	7,771				
Level Starter (A)	2	4,167	2,084	69,47**	3,40	5,61
Pemeraman (B)	3	3,548	1,183	39,43**	3,01	4,72
Interaksi (AB)	6	0,056	0,010	0,33 ^{tn}	2,51	3,67
Galat	24	0,716	0,03			
Total	35	8,487	-			

Ket: **) Sangat berpengaruh nyata ($P < 0,01$)

tn) Tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)

Lampiran 13. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kekerasan keju Markisa (kg/cm^2) terhadap Pengaruh Pemberian Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527)

Level Starter	Rata-rata	Selisih		
		0,5%	1%	1,5%
0,5%	1,10	-	0,41**	0,83**
1,0%	1,51	-	-	0,42**
1,5%	1,93	-	-	-

Ket: **) berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 5\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,05}(24) \sqrt{\frac{2(0,03)}{(3)(4)}} \\
 &= 2,064 \times 0,071 \\
 &= 0,15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 1\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,01}(24) \sqrt{\frac{2(0,03)}{(3)(4)}} \\
 &= 2,797 \times 0,071 \\
 &= 0,20
 \end{aligned}$$

Lampiran 14. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kekerasan keju (kg/cm^2) terhadap pengaruh Lama Pemeraman

Lama Pemeraman	Rata-rata	Selisih			
		1 Mg	2 Mg	3 Mg	4 Mg
1 Mg	1,04	-	0,42**	0,61**	0,86**
2 Mg	1,46	-	-	0,19*	0,44**
3 Mg	1,65	-	-	-	0,25**
4 Mg	1,90	-	-	-	-

Ket: *) berbeda nyata ($P < 0,05$)
 **) berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 5\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,05}(24) \sqrt{\frac{2(0,03)}{(3)(3)}} \\
 &= 2,064 \times 0,082 \\
 &= 0,17
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 1\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,01}(24) \sqrt{\frac{2(0,03)}{(3)(3)}} \\
 &= 2,797 \times 0,082 \\
 &= 0,23
 \end{aligned}$$

Lampiran 15. Hasil Perhitungan Warna Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (*Lc. lactis subsp.lactis* 527) dan Lama Pemeraman

Level Starter (A)	Ulangan	Lama Pemeraman , Minggu (B)				Total
		1	2	3	4	
0,5 %	1	3,20	2,60	2,50	2,30	
	2	2,80	2,80	2,60	2,50	
	3	2,90	2,60	2,60	2,40	
Sub total		8,90	8,00	7,70	7,20	31,80
Rata-rata		2,97	2,67	2,57	2,40	2,65
1%	1	3,20	3,00	2,70	2,60	
	2	3,40	2,50	2,60	2,40	
	3	3,00	2,90	2,50	2,70	
Sub total		9,60	8,40	7,80	7,70	33,50
Rata-rata		3,20	2,80	2,60	2,57	2,79
1,5%	1	3,20	3,00	2,70	2,40	
	2	3,20	2,80	2,50	2,20	
	3	3,50	3,20	2,70	2,50	
Sub total		9,90	9,00	7,90	7,10	33,90
Rata-rata		3,30	3,00	2,63	2,37	2,83
Total		28,40	25,40	23,40	22,00	99,20
Rata-rata		3,15	2,82	2,60	2,44	

Keterangan nilai skor warna keju : (1) kuning, (2) agak kuning, (3) putih kekuningan, (4) agak putih, (5) putih

a. Menentukan Nilai Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{Y^2 \dots}{rab} \\
 &= \frac{(99,20)^2}{(3)(3)(4)} \\
 &= 273,351
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_{ijk} Y_{ijk}^2 - FK = (3,20)^2 + (2,80)^2 + \dots + (2,50)^2 - 273,351 \\
 &= 277,04 - 273,351 \\
 &= 3,689
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \frac{\sum Y_y^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(8,90)^2 + (8,00)^2 + \dots + (7,10)^2}{3} - 273,351 \\
 &= 276,34 - 273,351 \\
 &= 2,989
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 3,689 - 2,989 = 0,70
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(A) &= \frac{\sum (a_i)^2}{rb} - Fk \\
 &= \frac{(31,80)^2 + (33,50)^2 + (33,90)^2}{(3)(4)} - 273,351 \\
 &= 273,5583333 - 273,351 \\
 &= 0,207
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(B) &= \frac{\sum (b_j)^2}{ra} - Fk \\
 &= \frac{(28,40)^2 + (25,40)^2 + (23,40)^2 + (22,00)^2}{(3)(3)} - 273,351 \\
 &= 275,92 - 273,351 \\
 &= 2,569
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(AB) &= JKP - JK(A) - JK(B) \\
 &= 2,989 - 0,207 - 2,569 \\
 &= 0,213
 \end{aligned}$$

b. Menghitung Derajat Bebas (DB)

db level starter (A)	$= a - 1 = 3 - 1 = 2$
db Lama pemeraman (B)	$= b - 1 = 4 - 1 = 3$
db interaksi (AB)	$= (a - 1)(b - 1) = (3 - 1)(4 - 1) = 6$
db perlakuan	$= ab - 1 = (3)(4) - 1 = 11$
db galat	$= ab(r - 1) = (3)(4)(3 - 1) = 24$
db total	$= rab - 1 = (3)(3)(4) - 1 = 35$

c. Menentukan Kuadrat tengah (KT)

$$KT(A) = \frac{JK(A)}{db(A)} = \frac{0,207}{2} = 0,104$$

$$KT(B) = \frac{JK(B)}{db(B)} = \frac{2,569}{3} = 0,856$$

$$KT(AB) = \frac{JK(AB)}{db(AB)} = \frac{0,213}{6} = 0,036$$

$$KTG = \frac{JKG}{dbg} = \frac{0,70}{24} = 0,029$$

d. Menentukan F hitung (Fh)

$$Fh(A) = \frac{KT(A)}{KTG} = \frac{0,104}{0,029} = 3,586$$

$$Fh(B) = \frac{KT(B)}{KTG} = \frac{0,856}{0,029} = 29,517$$

$$Fh(AB) = \frac{KT(AB)}{KTG} = \frac{0,036}{0,029} = 1,241$$

Lampiran 16. Tabel Sidik Ragam Warna Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527) dan Lama Pemeraman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	2,989				
Level Starter (A)	2	0,207	0,104	3,586*	3,40	5,61
Pemeraman (B)	3	2,569	0,856	29,517**	3,01	4,72
Interaksi (AB)	6	0,213	0,036	1,241 ^{tn}	2,51	3,67
Galat	24	0,700	0,029			
Total	35	3,689	-	-		

Ket: ***) Sangat berpengaruh nyata ($P < 0,01$)
 *) Berpengaruh nyata ($P < 0,05$)
^{tn}) Tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)

Lampiran 17. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Warna Keju Markisa terhadap Pengaruh Pemberian Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527)

Level Starter	Rata-rata	Selisih		
		0,5%	1%	1,5%
0,5%	2,65	-	0,14*	0,18*
1,0%	2,79	-	-	0,04 ^{tn}
1,5%	2,83	-	-	-

Ket: *) berbeda nyata ($P < 0,05$)

^{tn}) Tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 5\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,05}(24) \sqrt{\frac{2(0,029)}{(3)(4)}} \\
 &= 2,064 \times 0,0695 \\
 &= 0,14
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 1\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,01}(24) \sqrt{\frac{2(0,029)}{(3)(4)}} \\
 &= 2,797 \times 0,0695 \\
 &= 0,19
 \end{aligned}$$

Lampiran 18. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Warna Keju Markisa terhadap Pengaruh Lama Pemeraman

Lama Pemeraman	Rata-rata	Selisih			
		1 Mg	2 Mg	3 Mg	4 Mg
1 Mg	3,15	-	0,33**	0,55**	0,71**
2 Mg	2,82	-	-	0,22**	0,38**
3 Mg	2,60	-	-	-	0,16*
4 Mg	2,40	-	-	-	-

Ket: *) berbeda nyata ($P < 0,05$)

***) berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 5\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,05}(24) \sqrt{\frac{2(0,029)}{(3)(3)}} \\
 &= 2,064 \times 0,080 \\
 &= 0,16
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 1\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,01}(24) \sqrt{\frac{2(0,029)}{(3)(3)}} \\
 &= 2,797 \times 0,080 \\
 &= 0,22
 \end{aligned}$$

Lampiran 19. Hasil Perhitungan Bau Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527) dan Lama Pemeraman

Level Starter (A)	Ulangan	Lama Pemeraman, Minggu (B)				Total
		1	2	3	4	
0,5 %	1	2,00	2,30	2,50	2,90	
	2	2,70	2,60	2,70	2,70	
	3	2,50	2,80	2,90	2,80	
Sub total		7,20	7,70	8,10	8,40	31,40
Rata-rata		2,40	2,57	2,70	2,80	2,62
1%	1	2,60	2,40	2,60	2,90	
	2	2,50	2,60	2,90	2,80	
	3	2,60	2,80	2,70	2,70	
Sub total		7,70	7,80	8,20	8,40	32,10
Rata-rata		2,57	2,60	2,73	2,80	2,68
1,5%	1	2,70	2,90	3,00	3,00	
	2	2,80	2,70	2,80	3,10	
	3	2,50	2,60	2,60	3,00	
Sub total		8,00	8,20	8,40	9,10	33,70
Rata-rata		2,67	2,73	2,80	3,03	2,81
Total		22,90	23,70	24,70	25,90	97,20
Rata-rata		2,54	2,63	2,74	2,88	

Keterangan nilai skor bau keju : (1) berbau markisa, (2) agak berbau markisa, (3) khas susu dan markisa, (4) agak berbau susu, (5) berbau susu

a. Menentukan Nilai Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{Y^2}{rab} \\
 &= \frac{(99,20)^2}{(3)(3)(4)} \\
 &= 262,440
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_{ijk} Y_{ijk}^2 - FK = (2,00)^2 + (2,70)^2 + \dots + (3,00)^2 - 262,440 \\
 &= 264,10 - 273,351 \\
 &= 1,660
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \frac{\sum Y_{ij}^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(7,20)^2 + (7,70)^2 + \dots + (9,10)^2}{3} - 262,440 \\
 &= 264,280 - 262,440 \\
 &= 0,840
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 1,660 - 0,840 = 0,820
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(A) &= \frac{\sum (a_i)^2}{rb} - Fk \\
 &= \frac{(31,40)^2 + (32,10)^2 + (33,70)^2}{(3)(4)} - 262,440 \\
 &= 262,67166667 - 262,440 \\
 &= 0,232
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(B) &= \frac{\sum (b_j)^2}{ra} - Fk \\
 &= \frac{(22,90)^2 + (23,70)^2 + (24,70)^2 + (25,90)^2}{(3)(3)} - 262,440 \\
 &= 263 - 262,440 \\
 &= 0,560
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(AB) &= JKP - JK(A) - JK(B) \\
 &= 0,840 - 0,232 - 0,560 \\
 &= 0,048
 \end{aligned}$$

b. Menghitung Derajat Bebas (DB)

db level starter (A)	$= a - 1 = 3 - 1 = 2$
db Lama pemeraman (B)	$= b - 1 = 4 - 1 = 3$
db interaksi (AB)	$= (a - 1)(b - 1) = (3 - 1)(4 - 1) = 6$
db perlakuan	$= ab - 1 = (3)(4) - 1 = 11$
db galat	$= ab(r - 1) = (3)(4)(3 - 1) = 24$
db total	$= rab - 1 = (3)(3)(4) - 1 = 35$

Lampiran 21. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Bau Keju Markisa terhadap Pengaruh Pemberian Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527)

Level Starter	Rata-rata	Selisih		
		0,5%	1%	1,5%
0,5%	2,62	-	0,06 ^{tn}	0,21 ^{**}
1,0%	2,68	-	-	0,13 ^{tn}
1,5%	2,81	-	-	-

Ket: ^{**} berbeda sangat nyata (P<0,01)

^{tn} Tidak berbeda nyata (P>0,05)

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 5\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,05}(24) \sqrt{\frac{2(0,034)}{(3)(4)}} \\
 &= 2,064 \times 0,075 \\
 &= 0,15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 1\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,01}(24) \sqrt{\frac{2(0,034)}{(3)(4)}} \\
 &= 2,797 \times 0,075 \\
 &= 0,20
 \end{aligned}$$

Lampiran 22. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Bau Keju Markisa terhadap Lama Pemeraman

Lama Pemeraman	Rata-rata	Selisih			
		1 Mg	2 Mg	3 Mg	4 Mg
1 Mg	2,54	-	0,09 ^{tn}	0,20	0,34 ^{**}
2 Mg	2,63	-	-	0,11 ^{tn}	0,25 ^{**}
3 Mg	2,74	-	-	-	0,14 ^{tn}
4 Mg	2,88	-	-	-	-

Ket: ^{*} berbeda nyata (P<0,05)

^{**} berbeda sangat nyata (P<0,01)

^{tn} tidak berbeda nyata (P>0,05)

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 5\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,05}(24) \sqrt{\frac{2(0,034)}{(3)(3)}} \\
 &= 2,064 \times 0,087 \\
 &= 0,18
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 1\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,01}(24) \sqrt{\frac{2(0,034)}{(3)(3)}} \\
 &= 2,797 \times 0,087 \\
 &= 0,24
 \end{aligned}$$

Lampiran 21. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Bau Keju Markisa terhadap Pengaruh Pemberian Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527)

Level Starter	Rata-rata	Selisih		
		0,5%	1%	1,5%
0,5%	2,62	-	0,06 ^{tn}	0,21 ^{**}
1,0%	2,68	-	-	0,13 ^{tn}
1,5%	2,81	-	-	-

Ket: ^{**}) berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

^{tn}) Tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)

$$\begin{aligned} \text{Taraf 5\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\ &= t_{0,05}(24) \sqrt{\frac{2(0,034)}{(3)(4)}} \\ &= 2,064 \times 0,075 \\ &= 0,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Taraf 1\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\ &= t_{0,01}(24) \sqrt{\frac{2(0,034)}{(3)(4)}} \\ &= 2,797 \times 0,075 \\ &= 0,20 \end{aligned}$$

Lampiran 22. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Bau Keju Markisa terhadap Lama Pemeraman

Lama Pemeraman	Rata-rata	Selisih			
		1 Mg	2 Mg	3 Mg	4 Mg
1 Mg	2,54	-	0,09 ^{tn}	0,20	0,34 ^{**}
2 Mg	2,63	-	-	0,11 ^{tn}	0,25 ^{**}
3 Mg	2,74	-	-	-	0,14 ^{tn}
4 Mg	2,88	-	-	-	-

Ket: ^{*}) berbeda nyata ($P < 0,05$)

^{**}) berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

^{tn}) tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)

$$\begin{aligned} \text{Taraf 5\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\ &= t_{0,05}(24) \sqrt{\frac{2(0,034)}{(3)(3)}} \\ &= 2,064 \times 0,087 \\ &= 0,18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Taraf 1\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\ &= t_{0,01}(24) \sqrt{\frac{2(0,034)}{(3)(3)}} \\ &= 2,797 \times 0,087 \\ &= 0,24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \frac{\sum Y_{ij}^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(9,10)^2 + (8,00)^2 + \dots + (3,60)^2}{3} - 176,890 \\
 &= 188,9533333 - 176,890 \\
 &= 12,063
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 12,930 - 12,063 = 0,867
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(A) &= \frac{\sum (a_i)^2}{rb} - Fk \\
 &= \frac{(30,03)^2 + (26,20)^2 + (23,30)^2}{(3)(4)} - 176,890 \\
 &= 178,9516667 - 176,890 \\
 &= 2,062
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(B) &= \frac{\sum (b_j)^2}{ra} - Fk \\
 &= \frac{(25,20)^2 + (22,60)^2 + (19,10)^2 + (12,90)^2}{(3)(3)} - 176,890 \\
 &= 186,3355556 - 176,890 \\
 &= 9,446
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(AB) &= JKP - JK(A) - JK(B) \\
 &= 12,063 - 2,062 - 9,446 \\
 &= 0,555
 \end{aligned}$$

b. Menghitung Derajat Bebas (DB)

db level starter (A)	= a - 1 = 3 - 1 = 2
db Lama pemeraman (B)	= b - 1 = 4 - 1 = 3
db interaksi (AB)	= (a - 1) (b -1) = (3 - 1)(4 - 1) = 6
db perlakuan	= ab - 1 = (3)(4) - 1 = 11
db galat	= ab(r-1) = (3)(4)(3 -1) = 24
db total	= rab - 1 = (3)(3)(4) - 1 = 35

$$\begin{aligned}
 JKP &= \frac{\sum y^2}{r} - FK \\
 &= \frac{(9,10)^2 + (8,00)^2 + \dots + (3,60)^2}{3} - 176,890 \\
 &= 188,9533333 - 176,890 \\
 &= 12,063
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 12,930 - 12,063 = 0,867
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(A) &= \frac{\sum (a_i)^2}{rb} - Fk \\
 &= \frac{(30,03)^2 + (26,20)^2 + (23,30)^2}{(3)(4)} - 176,890 \\
 &= 178,9516667 - 176,890 \\
 &= 2,062
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(B) &= \frac{\sum (b_j)^2}{ra} - Fk \\
 &= \frac{(25,20)^2 + (22,60)^2 + (19,10)^2 + (12,90)^2}{(3)(3)} - 176,890 \\
 &= 186,3355556 - 176,890 \\
 &= 9,446
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(AB) &= JKP - JK(A) - JK(B) \\
 &= 12,063 - 2,062 - 9,446 \\
 &= 0,555
 \end{aligned}$$

b. Menghitung Derajat Bebas (DB)

db level starter (A)	$= a - 1 = 3 - 1 = 2$
db Lama pemeraman (B)	$= b - 1 = 4 - 1 = 3$
db interaksi (AB)	$= (a - 1)(b - 1) = (3 - 1)(4 - 1) = 6$
db perlakuan	$= ab - 1 = (3)(4) - 1 = 11$
db galat	$= ab(r - 1) = (3)(4)(3 - 1) = 24$
db total	$= rab - 1 = (3)(3)(4) - 1 = 35$

c. Menentukan Kuadrat tengah (KT)

$$KT(A) = \frac{JK(A)}{db(A)} = \frac{2,062}{2} = 1,031$$

$$KT(B) = \frac{JK(B)}{db(B)} = \frac{9,446}{3} = 3,147$$

$$KT(AB) = \frac{JK(AB)}{db(AB)} = \frac{0,555}{6} = 0,093$$

$$KTG = \frac{JKG}{dbg} = \frac{0,867}{24} = 0,036$$

d. Menentukan F hitung (Fh)

$$Fh(A) = \frac{KT(A)}{KTG} = \frac{1,031}{0,036} = 28,64$$

$$Fh(B) = \frac{KT(B)}{KTG} = \frac{3,147}{0,036} = 87,42$$

$$Fh(AB) = \frac{KT(AB)}{KTG} = \frac{0,093}{0,036} = 2,583$$

Lampiran 24. Tabel Sidik Ragam Rasa Keju Markisa terhadap Pengaruh Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527) dan Lama Pemeraman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	12,063				
Level Starter (A)	2	2,062	1,031	28,64**	3,40	5,61
Pemeraman (B)	3	9,446	3,147	87,42**	3,01	4,72
Interaksi (AB)	6	0,555	0,093	2,58*	2,51	3,67
Galat	24	0,867	0,036			
Total	35	12,930	-	-		

Ket: ***) Sangat berpengaruh nyata ($P < 0,01$)
 *) Berpengaruh nyata ($P < 0,05$)

Lampiran 25. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Rasa Keju Markisa terhadap Pengaruh Pemberian Level Starter (*Lc. lactis* subsp. *lactis* 527)

Level Starter	Rata-rata	Selisih		
		0,5%	1%	1,5%
0,5%	2,53	-	0,35**	0,59**
1,0%	2,18	-	-	0,24**
1,5%	1,94	-	-	-

Ket: ***) berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 5\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,05}(24) \sqrt{\frac{2(0,036)}{(3)(4)}} \\
 &= 2,064 \times 0,077 \\
 &= 0,16
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 1\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,01}(24) \sqrt{\frac{2(0,036)}{(3)(4)}} \\
 &= 2,797 \times 0,077 \\
 &= 0,22
 \end{aligned}$$

Lampiran 26. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Rasa Keju Markisa terhadap Lama Pemeraman

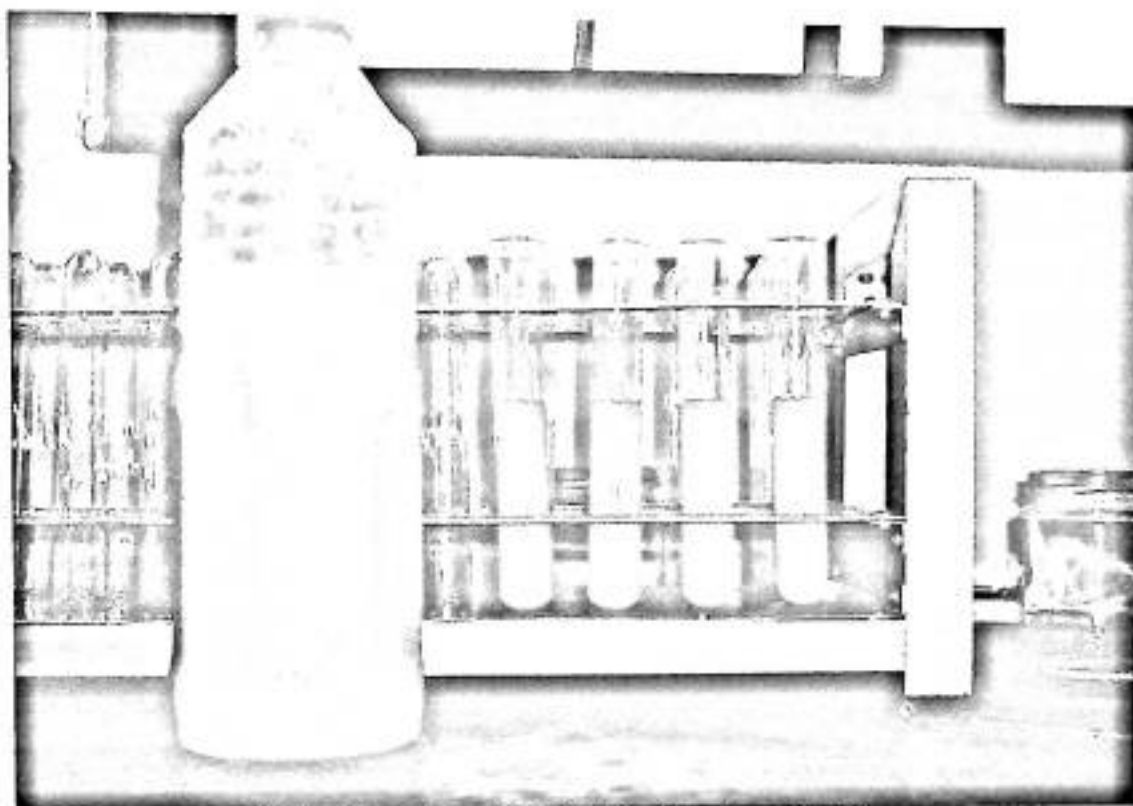
Lama Pemeraman	Rata-rata	Selisih			
		1 Mg	2 Mg	3 Mg	4 Mg
1 Mg	2,80	-	0,29**	0,68**	1,37**
2 Mg	2,51	-	-	0,39**	1,08**
3 Mg	2,12	-	-	-	0,69**
4 Mg	1,43	-	-	-	-

Ket: ***) berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

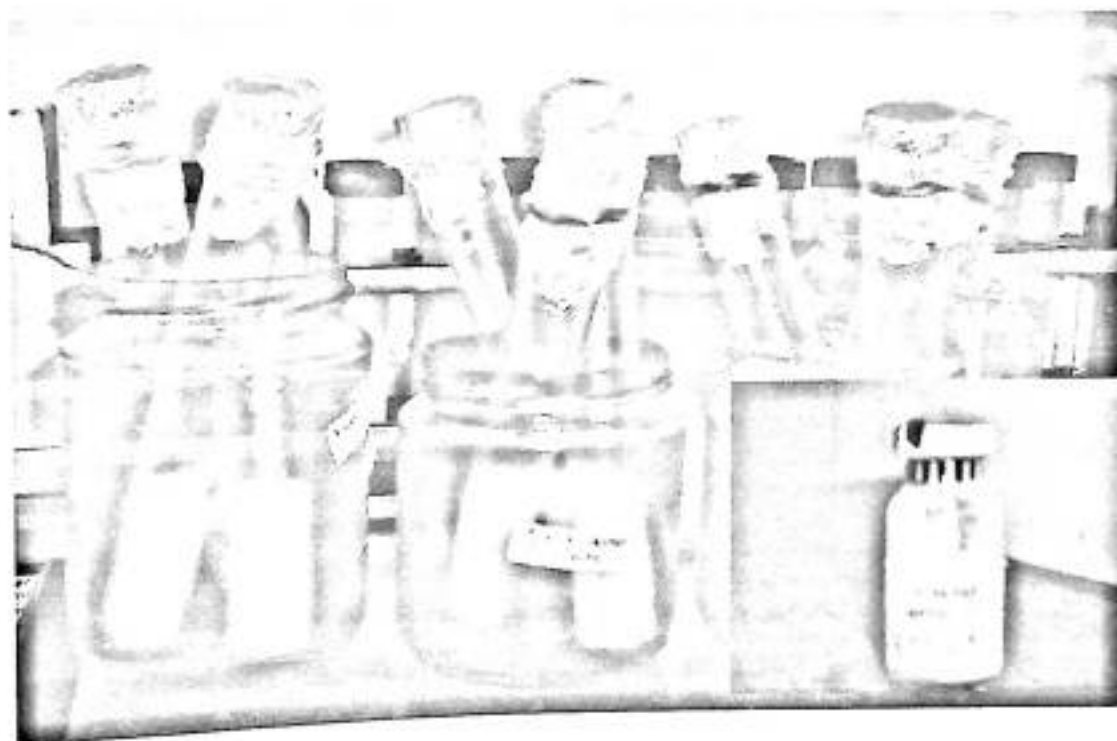
$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 5\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,05}(24) \sqrt{\frac{2(0,036)}{(3)(3)}} \\
 &= 2,064 \times 0,089 \\
 &= 0,18
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Taraf 1\%} &= t_{\alpha}(\text{dbg}) \sqrt{\frac{2(KTG)}{rb}} \\
 &= t_{0,01}(24) \sqrt{\frac{2(0,034)}{(3)(3)}} \\
 &= 2,797 \times 0,089 \\
 &= 0,25
 \end{aligned}$$

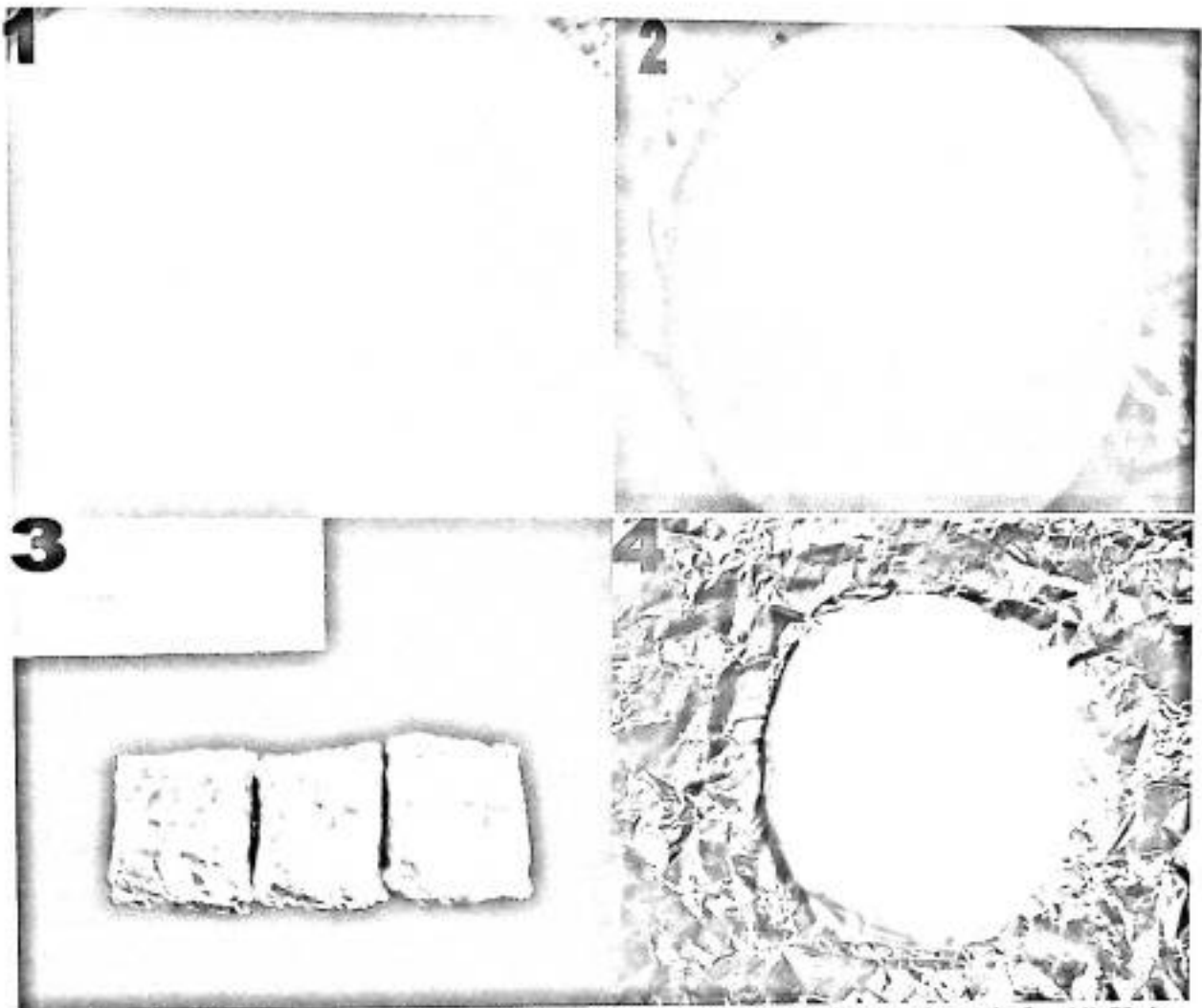
Lampiran 27. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian Pembuatan Keju Fermentasi



Gambar 6. Sari Buah Markisa Level 10%



Gambar 7. Starter Induk *Lactococcus Lactis* subsp. *Lactis* Strain 527



Gambar 8. (1) Gumpalan *Curd* , (2) Keju Muda, (3) Keju dibungkus alufo, (4) Keju Setelah Pemeraman

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama **SULMIYATI**, dilahirkan di Maros pada tanggal 01 Agustus 1985 anak ke-5 dari 6 bersaudara dari ayah bernama **H. Muh. Natsir Makka** dan ibu bernama **Hj. Nursyuhada**

Pendidikan Formal

1. 1991 – 1997 SD Neg No. 03 Maros
2. 1997 – 2000 SLTP Neg. No. 01 Maros
3. 2000 – 2003 SMU Disamakan Angkasa Lanud Hasanuddin
4. 2003 – 2007 Program Studi Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar

Pendidikan Non Formal

1. 2000 – 2003 LOTUS dan Microsoft Office 1998
2. 2000 – 2001 English Language Education
3. 2004 (1 bulan) Microsoft Office XP di Widyaloka

Pengalaman Kerja

1. Akhir 2004/2005 – Awal 2006/2007 Asisten Dasar Teknologi Hasil Ternak
2. Awal 2005/2006 – Awal 2006/2007 Asisten Dasar Fisiologi Ternak
3. Akhir 2005/2006 Asisten Ilmu dan Teknologi Pengolahan Daging dan Telur Unggas
4. Akhir 2006/2007 Asisten Ilmu dan Teknologi Pengolahan Susu