

**TOTAL PADATAN DAN *FREE FATTY ACID* KEJU SEGAR DENGAN
KULTUR TUNGGAL DAN CAMPURAN *Lactobacillus rhamnosus* dan
Pediococcus pentosaceus SELAMA PENYIMPANAN DINGIN**

SKRIPSI

Oleh

DESTI RETNO PURWITASARI



**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS DARUL ULUM ISLAMIC CENTRE SUDIRMAN GUPPI
UNGARAN
2023**

**TOTAL PADATAN DAN *FREE FATTY ACID* KEJU SEGAR DENGAN
KULTUR TUNGGAL DAN CAMPURAN *Lactobacillus rhamnosus* dan
Pediococcus pentosaceus SELAMA PENYIMPANAN DINGIN**

Oleh

DESTI RETNO PURITASARI

NIM : 19.41.0006

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Peternakan pada Program Studi Peternakan
Fakultas Peternakan Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI
Ungaran

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS DARUL ULUM ISLAMIC CENTRE SUDIRMAN GUPPI
UNGARAN
2023**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Desti Retno Purwitasari

NIM : 19.41.0006

Program Studi : Peternakan

Dengan ini menyatakan sebagai berikut :

1. Karya Ilmiah yang berjudul :

Total Padatan Dan *Free Fatty Acid* Keju Segar Dengan Kultur Tunggal Dan Campuran *Lactobacillus Rhamnossus* Dan *Pediococcus Pentosaceus* Selama Penyimpanan Dingin. Penelitian yang berkaitan dengan karya ilmiah ini adalah hasil dari kerja saya sendiri.

2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam karya ilmiah ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Saya juga mengakui bahwa karya akhir ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh oleh pembimbing saya, yaitu : **Ismiarti, S.Pt.,M.Sc dan Wahyuni, S.Pt., M.P.**

Apabila dikemudian hari dalam karya ilmiah ini ditemukan hal-hal menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik oleh saya, maka gelar akademik saya yang telah saya dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi Fakultas Peternakan Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI Ungaran.

Ungaran, 16 Maret 2023



(Desti Retno Purwitasari)

Judul Skripsi : Total Padatan dan *Free Fatty Acid*
Keju Segar Dengan Kultur Tunggal dan
Campuran *Lactobacillus rhamnosus* dan
Pediococcus pentosaceus Selama
Penyimpanan Dingin

Nama mahasiswa : Desti Retno Purwitasari

Nomor induk mahasiswa : 19.41.0006

Program studi : S1-PETERNAKAN

Fakultas : PETERNAKAN

Telah disidang di hadapan Tim Penguji

Dan dinyatakan lulus pada tanggal :

Pembimbing Utama



Ismiarti, S.Pt., M.Sc

Pembimbing Anggota



Dr. Sri Wahyuni S.Pt., M.P.

Ketua Ujian Akhir Program Studi



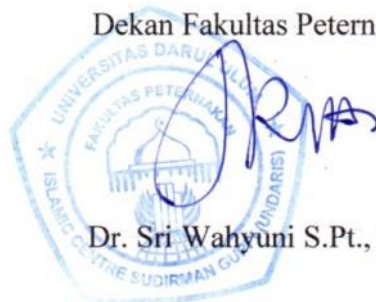
Hasna Fajar Suryani S.Pt., M.Si.

Ketua Program Studi



Dr. Nadhrotun Luthfi S.Pt., M.Si.

Dekan Fakultas Peternakan



Dr. Sri Wahyuni S.Pt., M.P.

RINGKASAN

DESTI RETNO PURWITASARI 19.41.0006. 2023. Total Padatan dan *Free Fatty Acid* Keju Segar Dengan Kultur Tunggal dan Campuran *Lactobacillus Rhamnosus* dan *Pediococcus Pentosaceus* Selama Penyimpanan Dingin. (Pembimbing **ISMIARTI** dan **SRI WAHYUNI**).

Tujuan dari penelitian ini adalah 1) Menguji karakteristik keju dengan penambahan kultur bakteri *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* terhadap total padatan dan *free fatty acid*, 2) Menguji pengaruh penyimpanan terhadap total padatan dan *free fatty acid*, 3) Menguji interaksi penambahan kultur tunggal dan campuran (*Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus*) dan penyimpanan terhadap total padatan dan *free fatty acid*.

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 16 Agustus sampai dengan 26 September 2022 bertempat di Laboratorium Fakultas Peternakan Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI. Penelitian eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial 3x3 dan 3 kali ulangan dengan faktor pertama penambahan kultur BAL, (P) terdiri atas : P1 = *Lactobacillus rhamnosus* 5%, P2 = *Pediococcus pentosaceus* 5%, P3 = *Lactobacillus rhamnosus* 2,5% dan 2,5% *Pediococcus pentosaceus*. Faktor kedua yaitu (T) adalah lama penyimpanan terdiri dari 3 taraf yaitu : T0 = penyimpanan selama 0 hari, T1 = penyimpanan selama 10 hari, T2 = penyimpanan selama 20 hari. Data signifikan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Parameter yang diamati adalah total padatan dan *free fatty acid*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kultur bakteri tunggal dan campuran *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* dengan lama penyimpanan 0, 10 dan 20 hari menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Berdasarkan hasil penelitian bahwa nilai total padatan terbaik yaitu dengan penambahan kultur campuran *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* dengan interaksi terbaik yaitu kultur campuran dan penyimpanan 20 hari. Nilai *free fatty acid* terbaik yaitu dengan penambahan kultur tunggal *Lactobacillus rhamnosus* dengan interaksi terbaik dengan *Lactobacillus rhamnosus* dan penyimpanan 20 hari. Lama penyimpanan terbaik dari total padatan dan *free fatty acid* yaitu pada penyimpanan hari 20.

Kata kunci : *free fatty acid*, total padatan, rendemen, keju

SUMMARY

DESTI RETNO PURWITASARI 19.41.0006. 2023. Total Solid and Free Fatty Acid of Fresh Cheese with Single and Mixed Cultures of *Lactobacillus rhamnosus* and *Pediococcus pentosaceus* during Cold Storage. (Advised by **ISMIARTI** and **SRI WAHYUNI**).

The objectives of this study were 1) To examine the characteristics of cheese with the addition of *Lactobacillus rhamnosus* and *Pediococcus pentosaceus* bacterial cultures on total solids and free fatty acid, 2) To examine the effect of storage on total solid and free fatty acids, 3) To examine the interaction of the addition of single and mixed cultures (*Lactobacillus rhamnosus* and *Pediococcus pentosaceus*) and storage on total solid and free fatty acids.

This research was conducted from August 16 to September 26, 2022 at the Laboratory of Animal Science, Darul Ulum Islamic Center Sudirman GUPPI University. This experimental research assessed a Completely Randomized Design (CRD) 3x3 factorial pattern and 3 replications. The first factor were the addition of LAB culture (P) consisting of: P1 = *Lactobacillus rhamnosus* 5%, P2 = *Pediococcus pentosaceus* 5%, P3 = *Lactobacillus rhamnosus* 2.5% and 2.5% *Pediococcus pentosaceus*. The second factor were (T) the length of storage consisting of 3 levels, namely: T0 = storage for 0 day, T1 = storage for 10 days, T2 = storage for 20 days. Significant data was followed by Duncan Multiple Range Test (DMRT). Parameters observed were total solid and free fatty acid.

The results showed that the addition of single and mixed bacterial cultures of *Lactobacillus rhamnosus* and *Pediococcus pentosaceus* with storage duration of 0, 10 and 20 days showed significantly different ($P < 0.05$). Based on the results of the study, the best total solid was with the addition of mixed cultures of *Lactobacillus rhamnosus* and *Pediococcus pentosaceus*, the best interaction of mixed cultures and 20 days of storage. The best free fatty acid was the addition of a single culture of *Lactobacillus rhamnosus*, the best interaction was the addition of *Lactobacillus rhamnosus* and 20 days storage. The best storage length of total solid and free fatty acid was on 20 days storage.

Keywords: free fatty acid, total solid, cheese

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar. Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi syarat sarjana di Fakultas Peternakan Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI Ungaran.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Ismiarti, S.Pt.,M.Sc sebagai pembimbing utam dan Dr. Sri Wahyuni, S.Pt., M.P sebagai pembimbing Anggota atas bimbingan, saran dan pengarahannya sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih kepada :

1. Ismiarti, S.Pt., M.Sc selaku pembimbing utama penelitian dan skripsi
2. Dr. Sri Wahyuni, S.Pt., M.P selaku pembimbing Anggota
3. Dosen Fakultas Peternakan (Sugiyono, S.Pt., M.Si. Aria Dipa Tanjung, S.Pt., M.Si. Dr. Nadlirotun Luthfi, S.Pt., M.Si. Hasna Fajar Suryani, S.Pt., M.Si. Yunita Khusnul Khotimah, S.P., M.P.) beserta staf, atas bantuan berupa kesempatan, fasilitas, tenaga dan pikiran.
4. Kedua orang tua Saijo dan Ismiatun tercinta atas segala bantuan, bimbingan, dorongan serta doa restu yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
5. Kakak Devi Hidayati atas dorongan dan doa yang diberikan kepada penulis.
6. Teman satu tim Arlo Arlando dan Rima Dwi Sari atas waktu, tenaga dan pikiran yang diberikan kepada penulis.

7. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2019 atas segala bantuan dan kerjasamanya. Dan semua yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis berhadap atas saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca. Dan penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Ungaran, Maret 2023



Desti Retno Purwitasari

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR ILUSTRASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
Hipotesis Statistik.....	4
Hipotesis Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Susu Sapi	5
2.2 Keju Susu Sapi	5
2.3 Pengasaman Keju	6
2.4 <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	7
2.5 <i>Pedicoccus pentosaceus</i>	8
2.6 Rendemen	9
2.7 Total Padatan	10
2.8 <i>Free Fatty Acid</i> (FFA).....	10
BAB III MATERI DAN METODE.....	12
3.1 Materi	12
3.2 Metode Penelitian.....	12
3.2.1 Pembuatan <i>Starter</i>	12
3.2.2 Pembuatan Keju	13
3.2.3 Pengujian Lemak Menggunakan Lactoscan	14
3.2.4 Parameter yang Diamati	15
3.2.5 Rendemen	15

3.2.5 Total Padatan Keju.....	15
3.2.6 <i>Free Fatty Acid</i> (FFA).....	16
3.2.8 Rancangan Penelitian.....	16
3.3.9 Analisis Data.....	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Komposisi Bahan Baku.....	18
4.2 Rendemen	19
4.3 Total Padatan	23
4.4 Free Fatty Acid (FFA).....	27
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan.....	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	38
RIWAYAT HIDUP.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rendemen Keju Dengan Penambahan Kultur Tunggal dan Campuran <i>Lactobacillus rhamnosus</i> dan <i>Pediococcus pentosaceus</i>	19
Tabel 2. Total Padatan dengan Kultur Tunggal dan Campuran <i>Lactobacillus rhamnosus</i> dan <i>Pediococcus pentosaceus</i> Selama Penyimpanan Dingin	23
Tabel 3. <i>Free Fatty Acid</i> dengan Kultur Tunggal dan Campuran <i>Lactobacillus rhamnosus</i> dan <i>Pediococcus pentosaceus</i> Selama Penyimpanan Dingin	28
Tabel 4. Tabel Total Padatan	38
Tabel 5. Tabel Sidik Ragam Total padatan.....	40
Tabel 6. Tabel Duncan Multiple Range Test Total padatan	40
Tabel 7. Tabel <i>Free Fatty Acid</i>	42
Tabel 8. Tabel Sidik Ragam <i>Free Fatty Acid</i>	44
Tabel 9. Tabel Duncan Multiple Range Test <i>Free Fatty Acid</i>	45

DAFTAR LAMPIRAN

lampiran 1. Total padatan.....	38
lampiran 2. <i>Free Fatty Acid</i>	42

DAFTAR ILUSTRASI

Ilustrasi 1. Pasteurisasi Susu	46
Ilustrasi 2. Pengecekan Suhu Susu.....	46
Ilustrasi 3. Pemotongan <i>Curd</i>	47
Ilustrasi 4. Pengemasan Keju	47
Ilustrasi 5. Penyiapan Sampel Uji FFA.....	48
Ilustrasi 6. Pengujian FFA	48
Ilustrasi 7. Penimbangan Sampel Uji Total Padatan.....	49
Ilustrasi 8. Pengovenan Uji Total Padatan	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keju merupakan salah satu olahan fermentasi dari susu yang bernilai gizi tinggi bagi tubuh. Keju dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan teksturnya yaitu keju lunak, keju keras dan keju semi keras. Beragam jenis keju dapat ditemukan dipasaran, salah satu jenis keju yang mudah ditemui yaitu keju segar yang merupakan jenis keju dengan tekstur lunak. Keju segar merupakan keju yang tidak membutuhkan proses pemeraman atau fermentasi dalam proses pembuatannya, sehingga jenis keju tersebut biasa disebut dengan keju segar (Sari *et al.*, 2014).

Prinsip dalam pembuatan keju yaitu penggumpalan atau pembentukan *curd* yang nantinya akan menjadi keju setelah melalui proses pengolahan. Pembentukan *curd* dibagi menjadi dua cara yaitu dengan penambahan kultur *kultur bakteriyang* berasal dari kelompok bakteri asam laktat atau dengan cara pengasaman secara langsung (Purwadi, 2010). Koagulasi merupakan tahap penggumpalan kasein susu yang akan berubah menjadi *curd* dan *whey* sebagai produk akhir dari pengolahan keju. *Curd* yang dihasilkan diproses menjadi keju sesuai jenis keju yang diinginkan. Dalam proses koagulasi masing-masing memiliki kekurangan dan kelebihan. Koagulasi dapat menggunakan asam, enzim maupun bakteri asam laktat.

Penggunaan asam (*direct acidification*) berjalan lebih lambat dibandingkan dengan menggunakan rennet pada umumnya (Wardani *et al.*,

2018). Selain itu, cara lain yaitu pengasaman dengan bakteri asam katat (BAL) untuk pengasaman secara tidak langsung. Bakteri asam laktat berfungsi untuk memfermentasi laktosa yang ada didalam susu menjadi asam laktat. Asam yang dihasilkan nantinya akan menurunkan nilai pH sebagai akibatnya kasein akan menggumpal dan akan terbentuk *curd*. Proses fermentasi atau penambahan asam membutuhkan waktu yang relatif lama dibandingkan dengan pengasaman langsung. Fermentasi memerlukan waktu lebih lama karena pertumbuhan mikroorganisme pada saat proses fermentasi hingga mampu menghasilkan asam yang akan menurunkan pH sesuai kerja rennet dalam proses penggumpalan *curd* (Wardani *et al.*, 2018).

Bakteri asam laktat probiotik (BAL) *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* digunakan sebagai kultur bakteri dalam pembuatan keju yang diharapkan dapat menghasilkan karakteristik keju susu sapi yang spesifik berbeda dengan keju susu sapi yang sudah ada sebelumnya dan penggunaan kultur campuran bakteri probiotik diharapkan meningkatkan viabilitas probiotik keju dibandingkan dengan strain kultur tunggal. Karakteristik keju diantaranya dapat dilihat dari total padatan dan *free fatty acid*.

Total padatan merupakan bagian dari susu yang memiliki kandungan nutrisi yang terkandung terdiri dari protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral yang tidak terlarut dalam air dan sebagian kecil air. Total padatan yang semakin tinggi maka semakin meningkat total bakteri asam laktat pada bahan yang di fermentasi. Nutrisi dari bakteri asam laktat terpenuhi maka

akan membantu pertumbuhan dan perkembangan bakteri asam laktat (Chairunnisa, 2009).

Free Fatty Acid (FFA) terjadi ketika susu disimpan yang menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas. Proses ini terjadi secara alami pada susu yang disimpan atau dilakukan pengolahan dan dapat juga berasal dari aktifitas mikroba. Proses ini sangat penting untuk menentukan flavour dan produk-produknya. FFA penting dalam produk olahan susu karena berperan sebagai cita rasa yang sangat disukai oleh konsumen (Gupta, 2004). Pengujian total padatan dan *free fatty acid* perlu dilakukan untuk mengetahui kualitas keju dengan ditambah dengan *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* selama penyimpanan dingin.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Menguji total padatan dan FFA keju segar dengan penambahan kultur tunggal dan campuran *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus*.
2. Menguji pengaruh penyimpanan keju segar terhadap total padatan dan *free fatty acid*
3. Menguji interaksi penambahan kultur tunggal dan campuran *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* selama penyimpanan dingin terhadap total padatan dan *free fatty acid*.

1.3 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui tentang proses pembuatan keju secara *indirect acidification* dengan menggunakan dua kultur bakteri yang berbeda.

2. Mengetahui karakteristik keju yang dibuat dari kultur bakteri yang berbeda.
3. Menjadi acuan untuk penelitian pangan fungsional berbasis susu selanjutnya.

Hipotesis Statistik

H0 : Tidak terdapat pengaruh penambahan kultur bakteri (*Lactobacillus rhamnossus* dan *Pedicoccus pentosaceus*) penyimpanan dingin, dan interaksinya terhadap total padatan dan *free fatty acid*.

H1 : Terdapat pengaruh penambahan kultur bakteri (*Lactobacillus rhamnossus* dan *Pedicoccus pentosaceus*) penyimpanan dingin, dan interaksinya terhadap total padatan dan *free fatty acid*.

Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian yaitu keju dengan penambahan kultur bakteri (*Lactobacillus rhamnossus* dan *Pediococcus pentosaceus*) lama penyimpanan dingin dan interaksinya mampu meningkatkan total padatan dan *free fatty acid*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Susu Sapi

Susu sapi merupakan bahan pangan yang terdiri atas berbagai macam kandungan seperti protein, laktosa, lemak, mineral, vitamin (vitamin A, vitamin B, vitamin C, vitamin D, vitamin E, vitamin K, vitamin B1, vitamin B12), fosfor, komponen kecil (asam amino bebas, asam amino, peptida), dan air. Kandungan nutrisi yang terdapat pada susu akan memudahkan susu cepat rusak karena adanya kontaminasi mikroba didalamnya. Nutrisi yang terdapat didalam susu dapat dimanfaatkan sebagai substrat bagi mikroba bakteri asam laktat untuk menghasilkan produk olahan seperti keju (Krisnaningsih *et al.*, 2019).

Susu dihasilkan dari ternak ruminansia seperti sapi, kerbau, dan kambing. Permasalahan mendasar yang menimpa peternak susu, yaitu daya tahan susu yang rendah menyebabkan susu mudah rusak. Dalam waktu yang sangat singkat susu menjadi tidak layak untuk dikonsumsi bila tidak ditangani dengan tepat dan benar. Salah satu cara agar susu tidak cepat rusak dengan cara pengolahan susu dengan pasteurisasi dan diolah menjadi olahan lain berbahan dasar susu (Chisna, 2016).

2.2 Keju Susu Sapi

Keju merupakan olahan fermentasi dari susu yang berbentuk gumpalan yang terbentuk dari proses koagulasi protein susu. Kandungan gizi pada keju

terdiri atas protein 19,4%, lemak 21,6%, dan karbohidrat 2,20%, Kualitas keju dapat dilihat dari beberapa aspek seperti persentase produk yang merupakan nilai perbandingan dari bahan baku yang digunakan berupa susu segar. Keju secara umum dibuat dengan menggumpalkan protein yang ada pada susu menggunakan enzim renin yang disebut rennet. Selain menggunakan rennet, penggumpalan kasein dapat dilakukan dengan fermentasi bakteri asam laktat. (Negara *et al.*, 2016).

Klasifikasi jenis keju berdasarkan karakteristik kadar air dibedakan menjadi dua jenis yaitu *hard cheese* dan *soft cheese*. *Hard cheese* merupakan keju dengan kandungan air didalamnya sebanyak 39% dan *soft cheese* mengandung air sebanyak 80%. Perbedaan kandungan air pada masing-masing keju berhubungan dengan lamanya proses pemeraman. Keju lunak yang tidak melalui proses pemeraman dikatakan sebagai keju segar atau *fresh cheese* (Arifiansyah, 2014).

2.3 Pengasaman Keju

Proses pengasaman dengan fermentasi membutuhkan waktu relatif lebih lama dibandingkan dengan pengasaman dengan bahan asam yang lain. Fermentasi atau penambahan asam lain bertujuan untuk menurunkan pH sampai dengan pH optimum agar rennet dapat bekerja. Hal ini disebabkan pada saat fermentasi diperlukan waktu yang lebih lama bagi pertumbuhan mikroorganisme hingga mampu menghasilkan asam yang bisa menurunkan pH hingga rennet bisa bekerja (Wardhani *et al.*, 2018). Menurut Sujaya *et al.*,

(2008) *Lactobacillus rhamnosus* yang telah melalui proses uji rendam dalam cairan lambung dan usus pada pH 2, 3 dan 4. Menunjukkan bahwa *Lactobacillus rhamnosus* hanya dapat melewati kondisi pH 3 dan pH 4.

Enzim renin merupakan enzim yang didapat dari saluran pencernaan pedet atau babi. Proses dalam pembuatan rennet harus memotong ternak muda yang menyebabkan harga rennet mahal serta mengurangi populasi ternak. Substitusi atau pengganti dalam penggunaan enzim rennet dapat digantikan dengan bahan lain, salah satunya yaitu dengan menggunakan belimbing wuluh. Karena beberapa kandungan asam didalamnya serta ketersediaan yang banyak dipasaran dapat memperkecil biaya produksi pembuatan keju (Alfianti *et al.*, 2013).

2.4 *Lactobacillus rhamnosus*

Bakteri asam laktat merupakan organisme menguntungkan karena dapat memfermentasi molekul karbohidrat untuk menghasilkan asam laktat. Karakteristik BAL bereaksi pada pewarnaan gram dan akan negatif bereaksi terhadap katalase. Beberapa BAL bersifat antimikroba, spesies lain BAL mampu memproduksi enzim *Bile Salt Hydrolase* (BSH) yang berfungsi mendegradasi lemak jenuh menjadi lemak tak jenuh, sehingga produk ternak yang dihasilkan akan bebas kolesterol. Salah satu genus yang dikelompokkan BAL adalah *Lactobacillus* (Aulya *et al.*, 2020).

Lactobacillus rhamnosus ada awalnya ditemukan oleh Sherwood Gorbach dan Barry Goldwin, yang melakukan penelitian dengan mengisolasi sampel yang diambil dari manusia dewasa yang sehat. Bakteri baik ini

didefinisikan sebagai bakteri probiotik karena bakteri ini dapat bertahan didalam cairan asam lambung dan cairan empedu, memiliki tingkat pertumbuhan yang baik serta dapat menempel pada pada lapisan epitel usus. Setelah dilakukannya banyak penelitian *Lactobacillus rhamnosus* dapat ditemukan dengan mudah (Deswindra *et al.*, 2018).

Lactobacillus rhamnosus digolongkan sama dengan *Lactobacillus casei*. Hasil penelitian menyimpulkan dan mengelompokkan bakteri *Lactobacillus rhamnosus* sebagai spesies tersendiri. *Lactobacillus rhamnosus* yang dimanfaatkan sebagai sumber probiotik telah diaplikasikan pada produk minuman seperti yoghurt dan susu bubuk. Manfaat lain dari bakteri *Lactobacillus rhamnosus* yaitu mampu mengobati penyakit diare yang disebabkan karena infeksi *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC). Hal ini dikarenakan adanya asam laktat yang diproduksi *Lactobacillus rhamnosus* yang dapat membunuh bakteri merugikan di saluran pencernaan, selain itu juga dapat menurunkan resiko infeksi saluran pencernaan dengan cara meningkatkan jumlah sel T, yaitu sekumpulan sel darah putih yang berperan dalam sistem kekebalan (Nuraida *et al.*, 2012).

2.5 *Pediococcus pentosaceus*

Pediococcus pentosaceus adalah BAL positif yang telah terbukti pada tahun 1990-an sebagai probiotik yang dapat diaplikasikan dalam fermentasi. Sebagian besar sifat *Pediococcus pentosaceus* tidak dipelajari lebih lanjut. Masalah yang belum dipelajari dan dipecahkan dari penelitian *Pediococcus pentosaceus* yaitu seperti pengetahuan tentang mekanisme, efek samping,

penggunaan dan dosis. Bukti dari penggunaan *Pediococcus pentosaceus* yaitu pada pangan, pertanian, dan peternakan. Pada bidang pangan sebagai suplemen makanan yang ditetapkan oleh *European Food Safety Authority* (EFSA) bakteri ini berperan sangat penting dalam suplai nutrisi dan mempertahankan fungsi fisiologis. Selain itu, di bidang peternakan dan pertanian *Pediococcus pentosaceus* meningkatkan sifat dan kemampuan pertumbuhan hewan dan tumbuhan. Peran dalam peternakan *Pediococcus pentosaceus* telah disertifikasi aditif yang aman untuk semua spesies hewan oleh *Panel Additives and Products or Substances used in Animal Feed* (FEEDAP) (Jiang *et al.*, 2021).

Manfaat bakteri asam laktat sebagai probiotik dalam meningkatkan kesehatan dapat terjadi apabila kultur dikonsumsi dalam keadaan hidup dan mampu bertahan dalam saluran pencernaan. Nuraida *et al.*, (2011) telah mengisolasi bakteri asam laktat dari ASI yang berpotensi sebagai probiotik antara lain *Pediococcus pentosaceus* A16, *Lactobacillus brevis* A17 dan *Lactobacillus rhamnosus* R21. *Pediococcus pentosaceus* A16, *Lactobacillus brevis* A17 dan *Lactobacillus rhamnosus* R21 secara *in vitro* memiliki sifat tahan terhadap garam empedu, tahan terhadap pH rendah, dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*.

2.6 Rendemen

Nilai rendemen pada pembuatan keju menunjukkan banyaknya keju yang terbentuk dalam proses pembuatan keju. Semakin tinggi rendemen maka

semakin banyak rendemen yang dihasilkan, sehingga menunjukkan bahwa semakin baik kinerja enzim rennet (Raisanti *et al.*, 2022).

Persentase rendemen berdasarkan perbandingan antara keju yang dihasilkan dengan bahan baku susu yang digunakan. Hasil rendemen keju dipengaruhi oleh kadar air dan dipengaruhi oleh komposisi susu atau kandungan didalam susu, kondisi bahan dan penanganan dalam pembuatan keju (Jamilatun *et al.*, 2012).

2.7 Total Padatan

Total padatan adalah ukuran dari seluruh padatan tersuspensi, koloid, dan padatan terlarut yang terdapat pada suatu sampel air. Total padatan dapat didefinisikan sebagai semua zat yang tersisa sebagai residu jika air dikeringkan dengan suhu tertentu. Total padatan dapat dihitung dengan cara menguapkan sampel dalam piring timbang, kemudian dikeringkan dengan oven (Simaibang dan Naik, 2022). Menurut pendapat Krisnaningsih dan Efendi, (2015) bahwa semakin tinggi total padatan maka semakin meningkat pula total bakteri asam laktat. Jika nutrisi BAL terpenuhi maka akan membantu pertumbuhan dan perkembangan BAL. Lama fermentasi akan berpengaruh terhadap aktivitas mikroba pada suatu bahan sehingga berpengaruh terhadap total padatan.

2.8 Free Fatty Acid (FFA)

Nilai *free fatty acid* berkaitan dengan aktivitas dengan lipolisis yang meningkat mengakibatkan konsentrasi kandungan FFA akan ikut meningkat. Nilai asam berhubungan erat dengan kandungan FFA (Setyawardani *et al.*,

2019). Bakteri asam laktat dengan lipase yang dapat menganalisis mono dan digliserid untuk mengeluarkan asam lemak bebas. Mono dan digliserid dapat dihidrolisis sehingga asam lemak bebas berperan terhadap rasa dari keju. Total asam lemak bebas dapat dilihat dari volume titrasi NaOH yang digunakan, jika volume semakin tinggi maka kadar asam lemak bebas pada keju sangat tinggi (Amar *et al.*, 2017).

Proses pembentukan FFA terjadi ketika susu disimpan yang menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas. Proses ini terjadi secara alami pada susu yang disimpan atau dilakukan pengolahan dan dapat juga berasal dari aktifitas mikroba. Proses ini sangat penting dalam rasa susu dan produk-produknya. FFA penting dalam produk olahan susu karena berperan sebagai cita rasa yang sangat disukai oleh konsumen (Gupta, 2004).

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada 16 Agustus sampai 26 September 2022 di Laboratorium Fakultas Peternakan Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI Ungaran.

3.1 Materi

Bahan yang digunakan yaitu susu sapi yang diambil di Kelompok Tani Ternak Rejeki Lumintun Sumurrejo, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang. Rennet dari hewani dan kultur *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* diperoleh dari *Food and Nutrition Culture Collection (FNCC)* Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada. Reagen yang digunakan NaOH 0,1N, etanol absolut 96%, indikator phenolphthalein 1%, aquades. Alat yang digunakan berupa *thermometer*, oven, pH meter, buret dan Erlenmeyer, timbangan digital, panci, kompor, gas dan box plastik.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen. Tahap penelitian meliputi persiapan alat dan bahan, pembuatan *starter*, fermentasi, pembuatan produk keju, pengujian parameter dan analisis data.

3.2.1 Pembuatan Starter

Pembuatan kultur bakteri menurut Adriane *et al.*, (2021) pembuatan kultur bakteri dilakukan dengan cara menginokulasikan kultur murni yang disimpan dalam media *deMan Rogosa and Sharpe (MRS)* pada 100 ml susu

skim kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 18 jam sehingga disebut dengan kultur induk. Kultur induk sebanyak 5 gram kemudian ditambahkan susu skim sebesar 100 ml dan diinkubasi 37°C selama 18 jam sehingga disebut *kultur bakterikerja*.

3.2.2 Pembuatan Keju

Tahapan dalam penelitian pembuatan keju susu sapi dengan penambahan probiotik *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pedicoccus pentosaceus* mengikuti petunjuk Afiati dan Maheswari, (2014) dan Wanniatie *et al.*, (2021) yang telah dimodifikasi pada kultur bakteri sebagai berikut :

- a. Pasteurisasi susu *High Temperature Short Time* (HTST) dengan suhu 72°C selama 15 detik. Susu yang telah dipasteurisasi kemudian didinginkan sampai suhu 37-45°C.
- b. Penambahan kultur bakteri yaitu yang digunakan yaitu 5% *Lactobacillus rhamnosus*, 5% *Pedicoccus pentosaceus* dan kultur campuran (2,5% *Lactobacillus rhamnosus* dan 2,5% *Pedicoccus pentosaceus*).
- c. Setelah penambahan kultur bakteri, kemudian dilakukan inkubasi pada suhu 105°C sampai pH mencapai 6,1.
- d. Sebelum pencampuran *rennet* susu harus dipastikan sudah turun menjadi 45°C untuk ditambahkan *Lactobacillus rhamnosus* dan 37°C untuk ditambahkan *Pedicoccus pentosaceus*.
- e. Setelah suhu turun sesuai ketentuan ditambahkan dengan *rennet* 1,406 ml dan didiamkan sampai susu menggumpal.

- f. Sesudah keju menggumpal, kemudian keju dipotong dadu agar airnya dapat keluar.
- g. Memasak keju pada suhu 37°C selama 15 menit, kemudian keju diangkat dan diperas untuk mengeluarkan kandungan air di dalam keju.
- h. Keju disimpan pada penyimpanan dingin kurang lebih suhu 4-10°C.

3.2.3 Pengujian Lemak Menggunakan Lactoscan

Pengujian lemak menggunakan lactoscan mengikuti *operational manual* dari alat tersebut. Cara kerja alat lactoscan sebelum digunakan, gelas sampel diisi dengan sampel susu untuk memastikan gelas tersebut bebas dari air maupun bahan asing lain sebelum digunakan. Lactoscan harus dipastikan dalam keadaan hidup dengan cara menekan tombol *on*. Sampel percobaan tersebut kemudian dicelupkan ke dalam *sample holder* dan dipastikan *sample holder* posisi berada tepat di tengah gelas sampel, kemudian tombol Enter ditekan dan dipilih menu Cow untuk menguji sampel susu sapi. *Sample holder* akan menyedot susu pada gelas sampel untuk dibaca oleh Lactoscan. Selama pembacaan, di layar Lactoscan akan muncul suhu susu. Hasil akan tercetak melalui alat tersebut dan sampel susu percobaan dibuang. Kuvet diisi dengan sampel susu yang akan diukur, pengukuran dilakukan untuk setiap sampel dengan prosedur yang sama.

3.2.4 Parameter yang Diamati

3.2.5 Rendemen

Analisis rendemen dihitung berdasarkan perbandingan antara berat keju yang dihasilkan dari berat susu yang digunakan kemudian dikali seratus persen (Wiedyantara *et al.*, 2017). Rendemen didapat pada proses akhir pembuatan keju. Pemisahan antara *curd* dan *whey* dilakukan untuk mendapatkan berat keju atau rendemen. Analisis perhitungan rendemen dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat curd}}{\text{berat susu}} \times 100\%$$

3.2.5 Total Padatan Keju

Pengukuran uji total padatan menggunakan metode menurut Wasliyah *et al.*, (2022) yang dimodifikasi pada waktu pengovenan. Total padatan didapat dari selisih kadar air pada keju. Tahap pertama yang dilakukan yaitu sampel keju sebanyak 2 gram dioven pada suhu 105°C selama 12 jam, kemudian pada 6 jam pertama keju dikeluarkan dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit selanjutnya sampel ditimbang dan diulang kembali sampai total waktu 12 jam. Kemudian dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat cawan} + \text{berat sampel} - \text{berat akhir}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

$$\text{Total padatan} = 100\% - \text{kadar air (\%)}$$

3.2.6 *Free Fatty Acid* (FFA)

Pengukuran uji FFA menggunakan metode menurut Sudarmadji (1984). Tahap pertama yaitu mengambil sampel 10 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan etanol absolut 96% netral panas sebanyak 50 ml, selanjutnya diberi tetesan larutan indikator phenolphthalein 1% sebanyak 2 ml, kemudian larutan dititrasikan dengan NaOH 0,1N sampai warna larutan berubah menjadi merah muda dan diamkan selama 30 detik untuk mengidentifikasi larutan. Persentase asam lemak bebas dihitung dengan rumus:

$$\% \text{FFA} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH}}{\text{Berat Sampel} \times 100 \text{ (gram)}} \times 100\%$$

3.2.8 Rancangan Penelitian

Penelitian eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola factorial 3x3 dan 3 kali ulangan dengan faktor pertama penambahan kultur BAL (P) :

P1 = *Lactobacillus rhamnosus* 5%

P2 = *Pediococcus pentosaceus* 5%

P3 = *Lactobacillus rhamnosus* 2,5% dan *Pediococcus pentosaceus* 2,5%

Faktor kedua adalah perlakuan lama penyimpanan (T) terdiri dari 3 taraf yaitu :

T0 = Penyimpanan selama 0 hari

T1 = Penyimpanan selama 10 hari

T2 = Penyimpanan selama 20 hari

Menurut Susilawati (2015) Suatu percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RAL) dua faktor, pengamatan pada faktor A taraf ke-i, faktor B taraf ke-j dan kelompok ke-k dinyatakan sebagai:

$$Y_{ger} = \mu + \alpha g + \beta e + (\beta)ge + \varepsilon_{ger}$$

Y_{ger} = pengamatan pada ulangan ke-r yang mendapat perlakuan faktor A taraf ke-g dan faktor B taraf ke-e

μ = rata-rata umum

αg = pengaruh utama faktor A taraf ke-g

βe = pengaruh utama faktor B taraf ke-e

$(\beta)ge$ = pengaruh interaksi faktor A taraf ke-g dan faktor B taraf ke-e

ε_{ger} = komponen galat oleh faktor A taraf ke-g, faktor B taraf ke-e dan ulangan ke-r / pengaruh acak yang menyebar normal

3.3.9 Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F). Perbedaan yang nyata pada penelitian selanjutnya dilakukan uji lanjut dengan uji beda rata-rata *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) (Made Susilawati, 2015).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Komposisi Bahan Baku

Susu yang digunakan dalam penelitian pembuatan keju diambil di Kelompok Tani Ternak Rejeki Lumintun Sumurrejo, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang. Uji susu sapi yang telah dilakukan menggunakan *lactoscan* mendapatkan hasil kadar lemak 2,95%, SNF 7,66%, laktosa 4,21%, protein 2,81%, temperature 33,06481°C dan *freeez point* -0,481°C.

Nilai gizi dari kandungan susu dapat dilihat dari kadar lemak, protein, mineral, karbohidrat dan vitamin yang terkandung didalam susu yang bervariasi sesuai dengan pemberian pakan dan perlakuan pada ternak. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) kadar lemak minimal 3%, protein 2,7%, dan laktosa 4,0% (Rachmatiah *et al.*, 2013).

Berdasarkan hasil yang didapatkan, kandungan susu yang dipakai belum sesuai *standar* karena kandungan lemak dan protein berpengaruh terhadap nilai rendemen, kandungan lemak yang ada didalam susu kurang dari 3%, sedangkan kandungan lemak sangat berperan pada nilai rendemen. Menurut Juniawati, (2015) faktor yang berpengaruh terhadap rendemen yaitu komposisi kandungan susu khususnya kadar lemak dan protein. Semakin tinggi konsentrasi kandungan lemak dan protein tinggi maka rendemen akan meningkat.

Kandungan gizi pada keju terdiri dari protein 19,4%, lemak 21,6%, dan karbohidrat 2,20% (Negara *et al.*, 2016). Selain kandungan gizi yang baik untuk tubuh, mengkonsumsi keju dapat mencegah kerusakan gigi karena kurangnya mengkonsumsi mineral, menjaga aliran saliva didalam mulut dan meningkatkan pH saliva (Hapsari *et al.*, 2014).

4.2 Rendemen

Nilai rendemen pada pembuatan keju dapat dijadikan sebagai penentu jumlah keju terbentuk setelah melalui proses pembuatan. Nilai rendemen yang semakin tinggi menyatakan bahwa keju yang dihasilkan semakin banyak, karena enzim yang digunakan dapat bekerja dengan baik (Raisanti *et al.*, 2022). Rendemen merupakan perbandingan antara berat produk yang terbentuk dan bahan baku susu yang digunakan dalam pembuatan keju. Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan menyatakan bahwa penambahan kultur tunggal dan campuran *Lactobacillus rhmanosus* dan *Pediococcus pentosaceus* dalam pembuatan keju dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen Keju Dengan Penambahan Kultur Tunggal dan Campuran *Lactobacillus rhmanosus* dan *Pediococcus pentosaceus*

Perlakuan	Rendemen (%)	Rerata (%)
<i>Lr</i>	7,89	6,26
	6,34	
	4,54	
<i>Pp</i>	6,28	7,17
	7,94	
	7,28	
<i>Lr+Pp</i>	7,51	7,45
	6,68	
	8,16	

Nilai rendemen yang dihasilkan dari proses pembuatan keju selama lama penyimpanan dingin rerata nilai rendemen yaitu P1 6,26%, P2 7,17% dan P3 7,45%. Berdasarkan data yang diperoleh nilai rendemen penelitian yang didapatkan cukup rendah, karena bahan baku segar yang digunakan berpengaruh terhadap nilai rendemen keju. Menurut Juniawati *et al.*, (2015) rendemen yang dihasilkan keju hewani lebih rendah dibandingkan dengan keju nabati yang nilainya lebih tinggi. Hal ini umumnya dipengaruhi oleh kandungan lemak dan protein didalam kandungan bahan segar yang digunakan, serta adanya proses pemeraman pada proses penyimpanan. Menurut Herawati (2011) kandungan lemak yang tinggi akan berpengaruh terhadap rendemen keju. Rendemen keju yang dihasilkan dari susu sapi dapat berkisar antara 9-10% (Mullan, 2007). Sedangkan penggunaan rennet dan bahan pengasaman jeruk nipis yakni antara 10,72-11,72% (Purwadi, 2010).

Nilai rendemen dengan penambahan kultur *Lactobacillus rhmanosus* rendah yaitu 6,26%. Hal ini terjadi karena dalam proses pengolahan dipengaruhi beberapa faktor seperti susu yang digunakan sebagai bahan dasar, konsentrasi enzim, suhu dan pH selama proses pengolahan keju. *Lactobacillus rhmanosus* memiliki protease yang dapat dihasilkan untuk memecah protein menjadi ikatan peptide dan asam amino yang dapat berpengaruh terhadap *flavor* atau rasa yang terbentuk dalam pembuatan keju. (Setiadarma, 2020). Protease terbentuk pada waktu inkubasi tertentu yang dapat memecah fraksi protein yang terdapat pada media pertumbuhannya.

Aktivitas *Milk clotting enzyme* (MCE) yang dihasilkan oleh *Lactobacillus rhmanosus* tergolong rendah dibandingkan dengan aktivitas MCE dari bakteri lain. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti pH dan substrat yang digunakan untuk memproduksi MCE yang masih kurang optimum, karena bakteri yang dapat memproduksi enzim membutuhkan nutrisi agar metabolisme bakteri bekerja sebagai inducer enzim (Yuniati *et al.*, 2015). Pada proses penggumpalan susu dengan penambahan *Lactobacillus rhmanosus* yang tidak maksimal mengakibatkan nilai rendemen tergolong rendah dengan penambahan kultur *Lactobacillus rhmanosus*.

Rendemen keju dengan penambahan kultur bakteri *Pediococcus pentosaceus* cukup tinggi yaitu 7,17% nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rendemen dengan penambahan kultur bakteri *Lactobacillus rhmanosus*. Hal ini terjadi karena pada saat proses fermentasi bakteri bekerja dengan baik dan bakteri dapat berkembang biak dengan baik pada media yang ada akan tetapi tidak jauh lebih baik dibandingkan kultur bakteri jenis lain. Menurut Jiang, (2021) beberapa strain *Pediococcus pentosaceus* terbukti dapat diaplikasikan pada produk olahan fermentasi susu dan sebagai probiotik. Selain itu bukti lain menyatakan bahwa bakteri *Pediococcus pentosaceus* bekerja dengan baik di industri makanan dan kesehatan pencernaan, namun ada sebagian besar sifat yang belum diketahui dari bakteri *Pediococcus pentosaceus* yang menyebabkan penggunaan bakteri ini belum sepenuhnya diketahui seperti efek samping, mekanisme penggunaan, umur dan dosis pemberian.

Nilai rendemen dengan penambahan kultur campuran *Lactobacillus rhmanosus* dan *Pediococcus pentosaceus* tertinggi yaitu 7,45% nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan kultur tunggal *Lactobacillus rhmanosus* dan *Pediococcus pentosaceus*. Hal ini terjadi karena penggunaan dua strain bakteri yang berbeda menyebabkan kandungan dari nilai rendemen lebih tinggi. karena pada dasarnya bakteri *Lactobacillus rhmanosus* bisa bekerja secara tunggal sedangkan bakteri *Pediococcus pentosaceus* harus digabungkan dengan bakteri lain agar bekerja dengan baik. Menurut Nuraida, (2012) bakteri *Lactobacillus rhmanosus* yang diisolasi dari air susu ibu (ASI) dapat digunakan secara tunggal tanpa disatukan dengan bakteri lain, sedangkan bakteri *Pediococcus pentosaceus* harus digunakan bersama dengan bakteri lain seperti *Streptococcus thermophilus*.

4.3 Total Padatan

Total padatan merupakan bagian dari padatan yang dihasilkan dari pemisahan antara *curd* dan *whey* yang memiliki kandungan nutrisi didalamnya terdiri dari protein, kadar lemak, karbohidrat, vitamin, mineral yang tidak terlarut dalam air dan sebagian kecil air. Kadar air berpengaruh terhadap total padatan keju, total padatan akan tinggi jika kadar air didalam keju rendah. Pematatan terjadi karena adanya penggumpalan dari kasein yang terdapat dalam susu (Krisnaningsih *et al.*, 2019). Hasil analisis ragam total padatan menunjukkan penambahan kultur tunggal dan campuran *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* pada total padatan keju dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Total Padatan dengan Kultur Tunggal dan Campuran *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* Selama Penyimpanan Dingin

Perlakuan	Total Padatan (%)			Total	Rerata
	T0	T1	T2		
<i>Lr</i>	49,26 ^{bc}	47,87 ^{cd}	44,51 ^e	141,64	47,21 ^b
<i>Pp</i>	45,07 ^e	45,07 ^e	50,83 ^{ab}	140,98	46,99 ^c
<i>Lr+Pp</i>	50,87 ^{ab}	46,27 ^{de}	52,30 ^a	149,44	49,81 ^a
Rerata	48,40 ^b	46,41 ^c	49,21 ^a		

*Keterangan *Lr* (*Lactobacillus rhamnosus*) dan *Pp*(*Pediococcus pentosaceus*)

*Keterangan: Huruf superskrip berbeda pada kolom rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05).

Total padatan dengan penambahan kultur tunggal bakteri *Lactobacillus rhamnosus* berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap nilai total padatan yang cukup tinggi yaitu 47,21%, keju yang disimpan pada *refrigerator* atau lemari pendingin kadar air nya akan menurun sehingga berpengaruh terhadap total padatan keju. Hal ini terjadi karena *Lactobacillus*

rhamnosus aktifitas metabolisme lebih aktif membutuhkan air yang lebih banyak untuk bermetabolisme, menyebabkan kadar air berkurang. Sisa dari metabolisme yang dihasilkan dari bakteri mampu meningkatkan total padatan. Menurut Fortin *et al.*, (2011) bakteri yang berkembang didalam keju akan hidup dan membutuhkan nutrisi agar tetap bertahan hidup dan membutuhkan oksigen yang didapat dari kandungan air keju. Populasi mikroba yang terdapat dalam keju dipengaruhi oleh retensi pada saat penambahan rennet, kehilangan selama proses pemisahan *curd* dengan *whey*, proses penggaraman dan turunnya viabilitas atau daya tumbuh bakteri pada saat penyimpanan keju. Menurut Nuraida *et al.*, (2012) bakteri *Lactobacillus rhamnosus* baik dan dapat digunakan sebagai kultur bakteri tunggal. Didukung dengan pendapat Setyawardani *et al.*, (2019) penambahan bakteri probiotik selama proses pengolahan dan penyimpanan produk berpengaruh terhadap hasil akhir. Keju dengan kandungan bakteri *Lactobacillus rhamnosus* dan *Lactobacillus plantarum* memiliki kadar air berkisar antara 40,19-57,33% yang dapat digolongkan sebagai keju lunak dan total padatan keju berkisar antara 42,67-59,80% yang disimpan pada suhu dingin.

Total padatan dengan penambahan kultur tunggal *Pediococcus pentosaceus* rendah yaitu 46,99%, pemberian kultur *Pediococcus pentosaceus* berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Hal ini terjadi karena pengaruh dari kadar air yang terkandung didalam keju terlalu tinggi dan penambahan kultur *Pediococcus pentosaceus* yang tidak bekerja secara maksimal yang mengakibatkan total padatan rendah. Menurut Setyawardani *et al.*, (2019)

total padatan yang meningkat selama masa pemasakan keju disebabkan oleh penguapan air selama penyimpanan dingin. Penurunan kadar air pada saat keju disimpan pada umumnya karena adanya garam yang ditambahkan pada saat proses pembuatan keju yang akan meningkatkan total padatan keju sehingga kadar air didalamnya akan berkurang. Sebaliknya, jika total padatan turun maka kadar air didalam keju meningkat karena garam yang diberikan pada proses pembuatan tidak banyak menyerap kandungan air, selain itu bakteri yang ada tidak berkembangbiak dengan baik yang menyebabkan kandungan air tidak berkurang. Strain *Pediococcus pentosaceus* metabolisme laktosa yang terbatas, strain ini diisolasi dari keju artisanal dan dikarakteristikan sebagai penghasil bakteriosin potensial, karena strain ini tidak mampu memetabolisme laktosa, karbohidrat didalam produk susu (Todorov *et al.*, 2022)

Total padatan keju dengan penambahan kultur campuran *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai total padatan tertinggi yaitu 49,81%, nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan nilai total padatan dengan kultur bakteri tunggal *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus*. Adanya dua bakteri yang berbeda membuat total padatan yang dihasilkan lebih tinggi, karena ada aktifitas metabolisme didalamnya, yang melibatkan bakteri memerlukan air untuk tetap bertahan hidup didalam keju. Menurut Setyawardani *et al.*, (2019) peningkatan total padatan keju dipengaruhi oleh total padatan dan penurunan kadar air saat keju disimpan. Keju dengan

penambahan kultur *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus rhamnosus* memiliki kadar air 40,19-57,33% yang dapat digolongkan sebagai keju lunak. sedangkan total padatan keju berkisar antara 42,67-59,80% yang disimpan pada suhu dingin *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* dapat bekerjasama dalam meningkatkan total padatan keju.

Penyimpanan keju berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap total padatan yang dihasilkan, pada penyimpanan hari ke 20 total padatan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan penyimpanan hari sebelumnya yaitu 49,21%. Hal ini disebabkan karena bakteri yang ada didalam keju bertumbuh yang menyebabkan total padatan akan lebih tinggi karna kandungan air akan semakin menurun. Menurut Setyawardani *et al.*, (2019) selama penyimpanan keju kultur bakteri akan terus berkembang bersama dengan substrat keju yang kemudian akan menghasilkan metabolit berupa asam laktat yang mampu menurunkan pH keju. Pada akhir penyimpanan produk tidak mengalami peningkatan pH, maka menunjukkan bahwa kultur bakteri yang digunakan masih aktif melakukan metabolisme.

Penyimpanan keju berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap total padatan pada hari ke 0 menunjukkan nilai cukup tinggi yaitu 48,40% yang berpengaruh terhadap total padatan keju. Hal ini terjadi karena kadar air yang terkandung dalam keju menyusut dikarenakan adanya proses penguapan air selama proses pemisahan *curd* dengan *whey* yang mengakibatkan total padatan cukup tinggi pada keju. Menurut Setyawardani *et al.*, (2019) penurunan kadar air keju selama penyimpanan dingin terjadi karena proses

sineresis atau pemisahan *whey* yang kemudian menghasilkan *curd* dengan kadar air yang lebih sedikit dan penambahan garam pada proses pembuatan keju yang akan mengikat kandungan air didalam keju sehingga air berkurang dan meningkatkan total padatan keju.

Penyimpanan keju berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap total padatan yang dihasilkan, dalam penyimpanan hari ke 10 total padatan memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan penyimpanan hari ke 0 dan 20. Hal ini disebabkan karena kultur bakteri yang mencoba menyesuaikan dengan lingkungan yang menyebabkan total padatan turun pada saat penyimpanan dingin. Menurut Yuliana (2008) pada saat mikroorganisme dipindahkan kedalam media maka akan terjadi fase lag atau dengan kata lain mikroba sedang menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan yang baru agar dapat berkembang setelah menyesuaikan diri.

4.4 Free Fatty Acid (FFA)

Nilai *free fatty acid* berkaitan dengan katifitas dengan lipolisis yang meningkat mengakibatkan kosentrasi kandungan *free fatty acid* akan ikut meningkat. Nilai asam berhubungan erat dengan kandungan *free fatty acid* (Setyawardani *et al.*, 2019). Hasil analisis ragam menunjukkan penambahan kultur tunggal dan campuran *Lactobacillus rhmanosus* dan *Pediococcus pentosaceus* pada *free fatty acid* keju dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. *Free Fatty Acid* dengan Kultur Tunggal dan Campuran *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* Selama Penyimpanan Dingin

Perlakuan	<i>Free Fatty Acid</i> (%)			Total	Rataan
	T0	T1	T2		
<i>Lr</i>	4,17 ^e	4,87 ^b	8,38 ^a	17,43	5,81 ^a
<i>Pp</i>	4,40 ^{de}	4,34 ^e	4,48 ^{cd}	13,22	4,41 ^c
<i>Lr+Pp</i>	4,41 ^{de}	4,71 ^{cd}	4,78 ^{bc}	13,90	4,63 ^b
Rerata	4,33 ^c	4,64 ^b	5,88 ^a		

*Keterangan *Lr* (*Lactobacillus rhamnosus*) dan *Pp* (*Pediococcus pentosaceus*)

*Keterangan: Huruf superskrip berbeda pada kolom rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Nilai *free fatty acid* dengan pembahan kultur *Lactobacillus rhamnosus* tertinggi yaitu 5,81%, pemberian kultur *Lactobacillus rhamnosus* berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai *free fatty acid* yang lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan kultur tunggal *Pediococcus pentosaceus* dan kultur campuran antara *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus*. Hal ini terjadi karena *Lactobacillus rhamnosus* lebih aktif bermetabolisme dibandingkan dengan *Pediococcus pentosaceus*, sehingga asam laktat pada *Lactobacillus rhamnosus* lebih tinggi. aktifitas bakteri yang terjadi bermetabolisme yang membuat produksi asam laktat meningkat. Menurut Setyawardani *et al.*, (2019) bakteri akan berkembang bersama substrat keju yang akan menghasilkan metabolit berupa asam laktat dan angka asam berhubungan erat dengan kandungan *free fatty acid*. Kultur bakteri yang masih aktif digunakan akan melakukan metabolisme sehingga terjadi produksi asam laktat yang meningkat dan pH akan menurun. Nilai *free fatty acid* berkaitan dengan lipolisis keju, ketika lipolisis menunjukkan aktifitas yang meningkat yang menyebabkan konsentrasi kandungan *free fatty acid* juga akan meningkat.

Nilai *free fatty acid* dengan penambahan kultur tunggal *Pediococcus pentosaceus* berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai *free fatty acid* yang rendah yaitu 4,41%, rendahnya *free fatty acid* dipengaruhi dari kultur bakteri yang digunakan tidak dapat beradaptasi dengan lingkungan yang tidak nyaman. Hal tersebut mengakibatkan metabolisme bakteri menurun yang menyebabkan nilai *free fatty acid* rendah. Menurut Nuraida *et al.*, (2011), bakteri *Pediococcus pentosaceus* memiliki karakteristik yang tidak tahan terhadap asam yang membuat bakteri tidak mudah untuk bermetabolisme di lingkungan tersebut. Selain itu, bakteri *Pediococcus pentosaceus* kurang efektif jika digunakan tunggal tanpa ada campuran bakteri lain. Menurut Yeni *et al.*, (2016) produk yang dihasilkan *Pediococcus pentosaceus* selama proses fermentasi hanya berupa asam laktat. *Pediococcus pentosaceus* merupakan bakteri homofermentatif yang berarti produk fermentasi yang dihasilkan hanya berupa asam laktat. Ada kemungkinan bahwa *Pediococcus pentosaceus* tidak menghasilkan lipase ekstraseluler namun dapat mengandung lipase intraseluler, peran enzim intraseluler tertentu dari *Pediococcus pentosaceus* berperan penting dalam pematangan keju (Todorov *et al.*, 2022).

Nilai *free fatty acid* dengan penambahan kultur campuran *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai *free fatty acid* yang cukup tinggi yaitu 4,63%, nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *free fatty acid* dengan penambahan kultur tunggal *Pediococcus pentosaceus*. Hal ini karena adanya dua kultur bakteri yang menjadi satu didalam media yang mengakibatkan nilai *free fatty*

acid cukup tinggi, tetapi tidak menutup kemungkinan adanya salah satu bakteri yang terhambat pertumbuhannya karena hambatan dari bakteri yang lain. Menurut Tamime *et al.*, (2007) interaksi kultur campuran probiotik akan menjadi hambatan pertumbuhan salah satu dari probiotik. *Pediococcus pentosaceus* akan menyatu dengan bakteri *Lactobacillus rhamnosus* karena dalam mengubah laktosa sangat terbatas, yang menyebabkan *Lactobacillus rhamnosus* sangat berperan dalam kultur campuran pembuatan keju. Populasi bakteri campuran akan bersaing pada saat pertumbuhan selama penyimpanan supaya mendapatkan nutrisi, dimana bakteri yang satu akan menghambat pertumbuhan bakteri yang lainnya yang menyebabkan pertumbuhan bakteri yang tidak mendapat nutrisi akan menurun pertumbuhannya didalam media (Afiati *et al.*, 2014)

Penyimpanan keju berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai *free fatty acid* yang mengalami kenaikan secara signifikan pada penyimpanan 0; 10; dan 20 hari berturut-turut hari yaitu 4,33; 4,64; dan 5,88%. Hal ini menunjukkan tidak adanya fase lag pada bakteri didalam metabolisme bakteri yang menyebabkan bakteri nyaman dan aktif bermetabolisme didalam keju. Menurut Amar *et al.*, (2017) selama penyimpanan keju berkaitan dengan derajat hidrolisis protein oleh enzim mikroba. Perubahan viabilitas probiotik selama penyimpanan merupakan fungsi dari suhu penyimpanan yang tergantung pada jenis dan strain yang digunakan (Motrazavian *et al.*, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa lipolisis terjadi pada keju yang disimpan pada

penyimpanan dingin yang ditunjukkan dengan besarnya nilai *free fatty acid* (Setyawardani *et al.*, 2019).

Penyimpanan keju berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap besarnya nilai *free fatty acid* keju pada penyimpanan hari ke 20 yaitu 5,88% nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan hari ke 0 dan 10. Hal ini disebabkan karena pada penyimpanan 20 hari mampu mempertahankan bakteri bermetabolisme sehingga menghasilkan *free fatty acid* yang tinggi selama penyimpanan dingin. Nilai *free fatty acid* pada penelitian ini tergolong tinggi pada penyimpanan 20 hari dibandingkan dengan penelitian Setyawardani *et al.*, (2019) menyatakan bahwa nilai *free fatty acid* pada penyimpanan 30 hari mengalami penurunan yaitu sebesar 3,09% nilai *free fatty acid* menurun disebabkan oleh penurunan aktivitas lipoprotein lipase dibandingkan dengan penyimpanan 45 dan 60 hari.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian bahwa nilai total padatan terbaik yaitu dengan penambahan kultur campuran *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* dengan interaksi terbaik yaitu kultur campuran dan penyimpanan 20 hari. Nilai *free fatty acid* terbaik yaitu dengan penambahan kultur tunggal *Lactobacillus rhamnosus* dengan interaksi terbaik dengan *Lactobacillus rhamnosus* dan penyimpanan 20 hari. Lama penyimpanan terbaik dari total padatan dan *free fatty acid* yaitu pada penyimpanan hari 20.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya dapat diupayakan agar pembuatan sampel dibuat dengan lama penyimpanan yang lebih lama dengan bahan susu yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriane, F.Y., dan Wikandari, P. R. (2021). Pengaruh konsentrasi *Lactobacillus plantarum* b1765 terhadap mutu produk keju analog kacang kecipir (*Psophocarpus Tetragonolobus*). *Pros. Semin. Nas. Kim*, 34-45.
- Afiati, Fifi, Yopi, And Maheswari Rarah R.A. 2014. Pemanfaatan bakteri probiotik indigenus dalam pembuatan keju lunak (*Utilization of indigenous probiotic bacteria in the production of soft cheese*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. **25** (1) : 9-12.
- Aju Tjatur Nugroho Krisnaningsih, Dimas Partidina Puriastuti Hadiani, Maria Meryana Fila. 2019. Pengaruh penambahan pati talas lokal (*Colocasia Esculenta*) sebagai stabilizer terhadap total padatan terlarut dan kadar air yogurt pada suhu pasteurisasi 90°C. *Jurnal Sains Peternakan* **7** (2) 148-156.
- Amar, Abu, Marwati Dan Syahril Makosim. 2017. Karakteristik keju lunak saga (*adenanthera pavonina, linn*) dengan berbagai kemasan dan waktu simpan yang berbeda. *Jurnal IPTEK*, **1** (2) : 102-104.
- Arifiansyah, M., E. Wulandari dan H. Chairunnisa. 2014. Karakteristik kimia (kadar air dan protein) dan nilai kesukaan keju segar dengan penggunaan koagulasi jus jeruk nipis, jeruk lemon dan asam sitrat. *Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran*, **4** (1).
- Aulya W, Fadhliani, Mardina V. 2020. Analysis of coliform and colifecal total pollution test on various types of drinking water using the MPN (Most Probable Number) method. *Serambi Journal of Agricultural Technology (SJAT)*, **2** (2) : 64 – 72.
- Budiman,S., Hadju, R.,Siswosubroto,S.E., dan Rembet,G.D.G.2017. Pemanfaatan enzim rennet dan *Lactobacillus plantarum* YN 1.3 terhadap ph, *curd* dan total adatan keju. *Zootec*. **37** (2), 321-328.
- Cahyadi, W. 2007. Teknologi pengolahan keju cotage sari kedelai dalam upaya pengembangan industri rakyat. Universitas Pasundan Press Cakrawala Ilmiah, Bandung.
- Chrisna, wulandari dewi, 2016. Identification of perfectly pasteurization process by total microorganisms and levels of protein and lactose content in pasteurized milk packed by Dairy Industry and Home Industry in Batu City. *Majalah Kesehatan FKUB*, **3** (3) : 144–151.

- Deswindra, M.R., Oktarlina, R.Z., Bustomi, E.C., 2018. Potensi agen probiotik *Lactobacillus rhamnosus* sebagai modlaitas terapi asma. Universitas Lampung, **7** (3).
- Dyah Hesti Wardhani, Bakti Jos, Abdullah, Suherman, Dan Heri Cahyono. 2018. Komparasi jenis koagulan dan konsentrasinya terhadap karakteristik *curd* pada pembuatan keju lunak tanpa pemeraman. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, **13** (2) : 209-216.
- Gupta, R. B. 2004. Effect of cyclodextrins on the flavour of goat milk and its yoghurt. Thesis For Postgraduate Diploma In Applied Science. Auckland University Of Technology. Auckland. (Sarjana Diploma Sains Terapan).
- Gurakan G, Candan, Altay And Neslihan. 2010. Yogurt microbiology and biochemistry. In: f. Yildiz (ed.) Development and manufacture of yogurt and other functional. Dairy Products. P 97-122. CRC Press. Boca Raton. USA
- Hapsari, N. F., A. Ismail, And O. Santoso. 2014. Pengaruh konsumsi keju cheddar 10 gram terhadap pH saliva. Odonto Dental Journal. **1**(1):34-38.
- Herawati H. 2011. Peluang pemanfaatan tapioka termodifikasi sebagai fat replacer pada keju rendah lemak. Seminar Nasional Teknologi Peternakan Dan Veteriner. Bogor.
- Ida Ayu marintan raisanti, wendry setiyadi putranto, deden zamzam badruzzaman. 2022. Pengaruh penambahan monosodium fosfat pada pembuatan processed cheese dengan koagulan sari nanas terhadap kadar air, rendemen dan akseptabilitas. Jurnal Teknologi Hasil Peternakan, **3** (1):1-10.
- Jamilatun, M., T. Purwoko dan Sutarno. 2012. Analisis kualitas keju *Cottage* dengan kultur bakteri *Rhizopus Oryzae* setelah penambahan asam dan pemanasan saat koagulasi. Jurnal Pendidikan Biologi. **3** (1):1-14.
- Jiang J, Yang B, Ross RP, Stanton C, Zhao J, Zhang H. Comparative genomics of pediococcus pentosaceus isolated from different niches reveals genetic diversity in carbohydrate metabolism and immune system. Frontiers In Microbiology, **11** : 253.
- Juniawati, Usmiati S, Dan Damayanthi E. 2015. Karakter atau sifat fisik kimia keju rendah lemak dari berbagai bahan baku susu modifikasi. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian, **12** (2) : 28-36.
- Kasimoğlu A, Goncuoglu M, Akgu A. 2004. Probiotic white cheese with *Lactobacillus Acidophilus*. Int Dairy J, **14**: 1067- 1073.

- Krisnaningsih, N.T.A., Hadiani, P.P.D., Fila, M.M. 2019. Pengaruh penambahan pati talas local (*Colocasia esculenta*) sebagai stabilizer terhadap total padatan terlarut dan kadar air yogurt pada suhu pasteurisasi 90°C. jurnal Sains Peternakan **7** (2) : 148-156.
- Susilawati, Made. 2015. Rancangan percobaan. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Udayana press. Bali.
- Milfa Aini , Sri Rahayuni , Vivi Mardina, Quranayati , Nur Asiah. 2021. Bakteri *Lactobacillus spp* dan peranannya bagi kehidupan. Jurnal Jeumpa, **8** (2) : 614-624.
- Motarzavian, Am, Ehsani, MR., Mousavi, SM., Rezafi, K., Sohrabvandi, S., Reinheimer, J.A. 2013. Effect of refringerated storage temperature on the viability of probiotic microorganisms in yogurh. Internation Journal Dairy Tech, **60** (2) : 123-127.
- Mullan WMA. 2007. Case Study. Reduced cheese yields in a commercial cheddar cheese factory. International Dairy Journal, 129-134.
- Negara, J. K., Et Al. 2016. Aspek mikrobiologis, serta sensori (rasa, warna, tekstur, aroma) pada dua bentuk penyajian keju yang berbeda. Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan, **4** (2) : 286-290.
- Nuraida L,Rizka R.B, Nurjanah, S. 2011. Evaluasi lactobacillus perpotensi sebagai probiotik yang diisolasi dari asi untuk fermentasi yoghurt. Jurnal Mutu Pangan, **1** (1) : **47-55**.
- Nuraida L., Hana, Hartanti A, W dan Prangdamurti, E. 2012. Evaluasi potensi lactobacillus yang diisolasi dari air susu ibu untuk mencegah diare karea infeksi E Coli K, 1. 1. J. Teknol. Ind Pangan. **23** : 158-165.
- Prawisuma A. 2007. Profil rantai asam lemak, materi total padatan, dan rasa keju susu kambing dengan perbedaan lama waktu pemeraman. Jurnal Peternakan Integratif, **8** (2) 70-80.
- Purwadi. (2007). Uji coba penggunaan jus jeruk nipis dalam pembuatan keju mozzarella. Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak. **2** (2), 28–34
- Rachmatiah Tiah, R. Anggraini dan I. Sigoro. 2013. Analisis cemaran mikroba kandungan nutrisi pada susu sapi segar hasil peternakan sapi perah, **23** (2).
- Raisanti, I. A. M., Putranto, W. S., Dan Badruzzaman, D. Z. (2022). Pengaruh penambahan monosodium fosfat pada pembuatan processed cheese dengan koagulan sari nanas terhadap kadar air, rendemen dan akseptabilitas. Jurnal Teknologi Hasil Peternakan, **3** (1), 1– 10.

- Saimabang, Naik. 2022. Pengaruh perbandingan kadar air dan kosentrasi sari buah naga terhadap karakteristik fisiko-kimia dan organoleptic soypitaghurt. Program Sarjana Universitas HKBP Nommensen. Medan (Sarjana Teknologi Hasil Pertanian).
- Sari, N. A., A. Sustiyah dan A.M. Legowo. 2014. Total bahan padat, kadar protein, dan nilai kesukaan keju mozarella dari kombinasi susu kerbau dan susu sapi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. **3** (4): 152-156.
- Sariyanto. 2005. Sifat fisik dan organoleptik dadih susu sapi hasil fermentasi bakteri prebiotik yang disimpan pada suhu berbeda. Program Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor (Sarjana Teknologi Hasil Ternak).
- Setyawardani, T, Juni Sumarmono dan Kusuma Widayaka. 2019. Effect of cold and frozen temperatures on artisanal goat cheese containing probiotic lactic acid bacteria isolates (*Lactobacillus plantarum* TW14 and *Lactobacillus rhamnosus* TW2). *Veterinary World*. **12** (3): 409–417.
- Sujaya, I.N., Dwipayanti, N.M.U., Suariani, N.L.P., Widarini, N.P., Nocianitri, K.A., Nursunu, N.W. 2008. Potensi *Lactobacillus* spp isolat susu kuda sumbawa sebagai probiotik. *Jurnal Veteriner*, **9** (1) : 33-40.
- Sumarmono, J Dan F.M. Suhartati. 2012. Yield dan komposisi keju lunak (*Soft Cheese*) dari susu sapi yang dibuat dengan teknik direct acidification menggunakan ekstrak buah lokal. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, **1** (3):65 – 68.
- Svetoslav Dimitrov Todorov, Clariza May Dioso, Min-Thze Liong, Luis Augusto Nuro, Kianoush Khosravi-Danari, Iskra Vitanova Ivanova. 2022. Benefical features of pediococcus from *kultur bakterikultures* and inhibitory activities to probiotic benefits. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* **39** (1) : 4.
- Tamime, A.Y., Saarela, M., Sondergaard, K.A., Mistry, V.V., SHAH, N.P. 2007. Production and maintenance of viability of probiotic microorganisms in dairy product. Blackwell Publishing. **1** : 39-72
- Tiah Rachmatiah, R. Anggraini Dan I. Sigoro. 2013. Analisis cemaran mikroba, kandungan nutrisi pada susu sapi segar hasil peternakan sapi perah. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi*, **23** (2) : 91-94.
- Triana Setyawardani, Juni Sumarmono Dan Kusuma Widayaka. 2019. Effect of cold and frozen temperature on artisanal goat cheese containing probiotic lactic acid bacteria isolates (*Lactobacillus plantarum* TW14 and *Lactobacillus rhamnosus* TW2). *Veterinary World*, **12** (3) 409.

- Triana Setyawardani, Winiati Pudji Rahayu, Nurheni Sri Palupi. 2016. Physicochemical and stability of goat cheese with mono and mixed culture of *Lactobacillus Plantarum* and *Lactobacillus rhamnosus*. *Animal Production* **18** (1) : 36-42.
- Wanniatie, V. A. Qisthon, A. Husni, & E. Olsen. 2021. Kualitas mikrobiologis susu kambing dengan metode pasteurisasi high temperature short time (HTST) pada penyimpanan berbeda. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Wasliyah, Ukhtun, Triana Setyawardani, And Juni Sumarmono. 2022. Pengaruh penambahan bubuk daun salam (*Syzygium Polyanthum*) terhadap kadar protein dan total padatan keju rendah lemak. *Bulletin Of Applied Animal Research*. **4** (2) : 53-57.
- Wiedyantara, A. B., Rizqiati, H., & Bintoro, V. P. 2017. Aktivitas antioksidan, nilai ph, rendemen, dan tingkat kesukaan keju mozarella dengan penambahan sari buah naga merah (*Hylocereus Polyrhizus*). *Jurnal Teknologi Pangan*, **1** (1).
- Yeni, Meryandini anja dan Sunarti, T.C. 2016. Penggunaan substrat *whey* tahu untuk produksi biomassa oleh *Pediococcus pentosaceus* E.1222. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. **26** (3):284-293.
- Yuliana N. 2008. Kinetika pertumbuhan bakteri asam laktat isolate T5 yang berasal dari tempoyak. *JTIHP*, **2** (2).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Total padatan

Tabel 4. Tabel Total Padatan

Perlakuan	Lama Penyimpanan			total	rataaan
	T0	T1	T2		
	%				
P0	48,32	47,83	45,06	141,20	47,07
	51,01	47,76	43,76	142,52	47,51
	48,45	48,04	44,71	141,20	47,07
P1	46,73	45,11	50,83	142,66	47,55
	47,01	44,89	51,05	142,95	47,65
	41,49	45,23	50,61	137,32	45,77
P2	51,40	47,16	51,71	150,27	50,09
	50,93	45,27	52,95	149,15	49,72
	50,27	46,39	52,23	148,90	49,63
Total				1296,16	
Rataan					432,05

a. Derajat bebas

$$dbt = (a \times b \times r) - 1 = (3 \times 3 \times 9) - 1 = 26$$

$$dbp = (a \times b - 1) = (3 \times 3 - 1) = 8$$

$$dba = a - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$dbb = b - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$dba \times b = (a - 1)(b - 1) = (2 - 1)(2 - 1) = 4$$

$$dbg = dbt - dbp = 26 - 8 = 18$$

b. Faktor koreksi (FK) = $\frac{y^2}{a \times b \times r}$

$$= \frac{(1296,16)^2}{3 \times 3 \times 3}$$

$$= 62223,42$$

c. Jumlah kuadrat (JK)

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \sum(y_{ijk})^2 - FK$$

$$\begin{aligned} JKT &= (48,32^2 + (47,83^2 + \dots + (52,23^2) - 62223,42 \\ &= 62457,33 - 62223,42 = 233,91 \end{aligned}$$

d. JK Perlakuan = $\frac{\sum_{i=1}^k Y_{i.}^2}{r} - FK$

$$\frac{(147,77)^2 + (133,62)^2 + (133,53)^2 + \dots + (156,89)^2}{9}$$

$$= 205,63$$

e. JK Galat Percobaan = JK Total - JK Perlakuan

$$= 233,91 - 205,63$$

$$= 28,28$$

f. KT Perlakuan = $\frac{JKP}{DBP}$

$$= \frac{205,63}{8} = 25,70$$

KTG = $\frac{JKG}{DBG}$

$$= \frac{28,28}{18}$$

$$= 1,57$$

F hit Perlakuan = $\frac{KTP}{KTG}$

$$\frac{25,70}{18}$$

$$= 16,36$$

Tabel 5. Tabel Sidik Ragam Total padatan

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	8	205,63	25,70	16,36	2,51	3,71
Galat	18	128,28	61,57			
Total	26	333,91				

F Hitung > F Table (5% dan 1%), hal ini menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap total padatan keju.

Tabel 6. Tabel Duncan Penambahan Kultur Bakteri

P	2	3
Tabel Duncan 0,05	2,97	3,12
$\sqrt{KTG/r}$		0,417
Nilai Duncan 0,05	1,241	1,304

Perlakuan	Rerata	Rerata + Dmrt		Simbol
		5%		
<i>Lr</i>	47,21	48,45		B
<i>Pp</i>	46,99	48,29		C
<i>Lr+Pp</i>	49,81			A

Tabel 7. Tabel Lama Penyimpanan Total Padatan

Lama Penyimpanan	Rerata+DMRT	N	Simbol
T0	48,41	9	A
T1	46,41	9	B
T2	49,22	9	A

Tabel 8. Tabel Duncan Multiple Range Test Total padatan

Perlakuan	Range	Hasil
P3T2	-	52,30 ^a
P3T0	2,15	50,87 ^{ab}
P2T2	2,26	50,83 ^{ab}
P1T0	2,32	49,26 ^{bc}
P1T1	2,37	47,87 ^{dc}

P3T1	2,4	46,27 ^{de}
P2T1	2,42	45,07 ^e
P2T0	2,44	45,07 ^e
P1T2	2,45	44,51 ^e

Lampiran 2. *Free Fatty Acid*

Tabel 9. Tabel *Free Fatty Acid*

Perlakuan	Lama Penyimpanan			Total	Rataan
	T0	T1	T2		
	%				
P0	4,04	5,09	8,41	17,54	5,85
	4,08	4,88	8,41	17,37	5,79
	4,40	4,65	8,33	17,38	5,79
P1	4,43	4,46	4,46	13,35	4,45
	4,19	4,20	4,56	12,95	4,32
	4,59	4,35	4,43	13,37	4,46
P2	4,80	4,65	4,77	14,22	4,74
	4,26	4,71	4,81	13,78	4,59
	4,18	4,76	4,77	13,71	4,57
Total				133,67	
Rataan					44,56

a. Derajat bebas

$$dbt = (a \times b \times r) - 1 = (3 \times 3 \times 3) - 1 = 26$$

$$dbp = (ab - 1) = (3 \times 3 - 1) = 8$$

$$dba = a - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$dbb = b - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$dba \times b = (a - 1)(b - 1) = (2 - 1)(2 - 1) = 4$$

$$dbg = dbt - dbp = 26 - 8 = 18$$

b. Faktor koreksi (FK) = $\frac{y^2}{a \times b \times r}$

$$= \frac{(133,67)^2}{3 \times 3 \times 3}$$

$$= 6661,77$$

c. Jumlah kuadrat (JK)

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \sum(y_{ijk})^2 - FK$$

$$JKT = (4,04^2 + (5,09^2 + \dots + (4,77^2) - 661,77$$

$$= 703,30 - 661,77$$

$$= 41,53$$

$$= JK \text{ Perlakuan} = \frac{\sum_{i=1}^k Y_{i.}^2}{r} - FK$$

$$= \frac{(12,52)^2 + (14,62)^2 + (25,15)^2 + \dots + (14,35)^2}{9}$$

$$= 40,99$$

d. JK Galat Percobaan = JK Total - JK Perlakuan

$$= 41,53 - 40,99$$

$$= 0,54$$

e. KT Perlakuan = $\frac{JKP}{DBP}$

$$= \frac{40,99}{8} = 5,12$$

KTG = $\frac{JKG}{DBG}$

$$= \frac{0,54}{18}$$

$$= 0,03$$

F hit Perlakuan = $\frac{KTP}{KTG}$

$$= \frac{5,12}{0,03}$$

$$= 171,44$$

Tabel 10. Tabel Sidik Ragam *Free Fatty Acid*

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	8	40,99	5,12	171,44	2,51	3,71
Galat	18	0,54	0,03			
Total	26	41,53				

F Hitung > F (5% dan 1%), hal ini menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap *free fatty acid* keju.

Tabel 11. Tabel Duncan Multiple Range Test FFA

P	2	3
Tabel Duncan 0,05	2,97	3,12
Tabel Duncan 0,01	4,07	4,27
$\sqrt{KTG/r}$		0,417
Nilai Duncan 0,05	1,241	1,304
Nilai Duncan 0,01	1,701	1,784

Perlakuan	Rerata	Rerata + DMRT 5%	Simbol
P1	47,21	48,45	B
P2	46,99	48,29	C
P3	49,81		A

Tabel 12. Tabel Lama Penyimpanan *Free Fatty Acid*

Lama Penyimpanan	Rerata+DMRT	N	Simbol
T0	4,34	9	C
T1	4,64	9	B
T2	5,89	9	A

Tabel 13. Tabel Duncan Multiple Range Test *Free Fatty Acid*

Perlakuan	Range	Hasil
P1T2	-	8,38 ^a
P1T1	0,297	4,87 ^b
P3T2	0,312	4,78 ^{bc}
P3T1	0,321	4,71 ^{bcd}
P2T2	0,327	4,48 ^{cde}
P3T0	0,332	4,41 ^{de}
P2T0	0,335	4,40 ^{de}
P2T1	0,337	4,34 ^e
P1T0	0,339	4,17 ^e

DAFTAR ILUSTRASI



Ilustrasi 1. Pasteurisasi Susu



Ilustrasi 2. Pengecekan Suhu Susu



Ilustrasi 3. Pemotongan *Curd*



Ilustrasi 4. Pengemasan Keju



Ilustrasi 5. Penyiapan Sampel Uji FFA



Ilustrasi 6. Pengujian FFA



Ilustrasi 7. Penimbangan Sampel Uji Total Padatan



Ilustrasi 8. Pengovenan Uji Total Padatan

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Sripendowo pada tanggal 05 April 2001, putri kedua dari Bapak Saijo dengan Ibu Ismiatun. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN 2 Sripendowo tahun 2012, melanjutkan ke MTs 09 Sribhawono tamat tahun 2016 serta menyelesaikan sekolah di SMAN 01 Bandar Sribhawono pada jurusan IPS lulus pada tahun 2019.

Tahun 2019 pula penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI Ungaran Fakultas Peternakan. Penulis berhasil mempertahankan skripsi yang berjudul “Total Padatan, *Free Fatty Acid* Keju Segar Dengan Kultur Tunggal dan Campuran *Lactobacillus rhamnosus* dan *Pediococcus pentosaceus* Selama Penyimpanan Dingin” pada tanggal 17 Januari 2023.

Sampai saat ini penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Peternakan Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI Ungaran.