

PEMBUATAN FUNGSIONAL KEJU CHEDDAR DARI PASTA TOMAT

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

Oleh:

Geraldo Prajna

(6141801049)

Graciella Lorenz Susanto

(6141801103)

Pembimbing:

Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng.

Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2022

FUNCTIONAL CHEDDAR CHEESE MAKING FROM TOMATO PASTE

Research Report

Compiled to fulfill the final task to achieve a bachelor's degree in
chemical engineering

By:

Geraldo Prajna

(6141801049)

Graciella Lorenz Susanto

(6141801103)

Mentor:

Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng.

Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T.



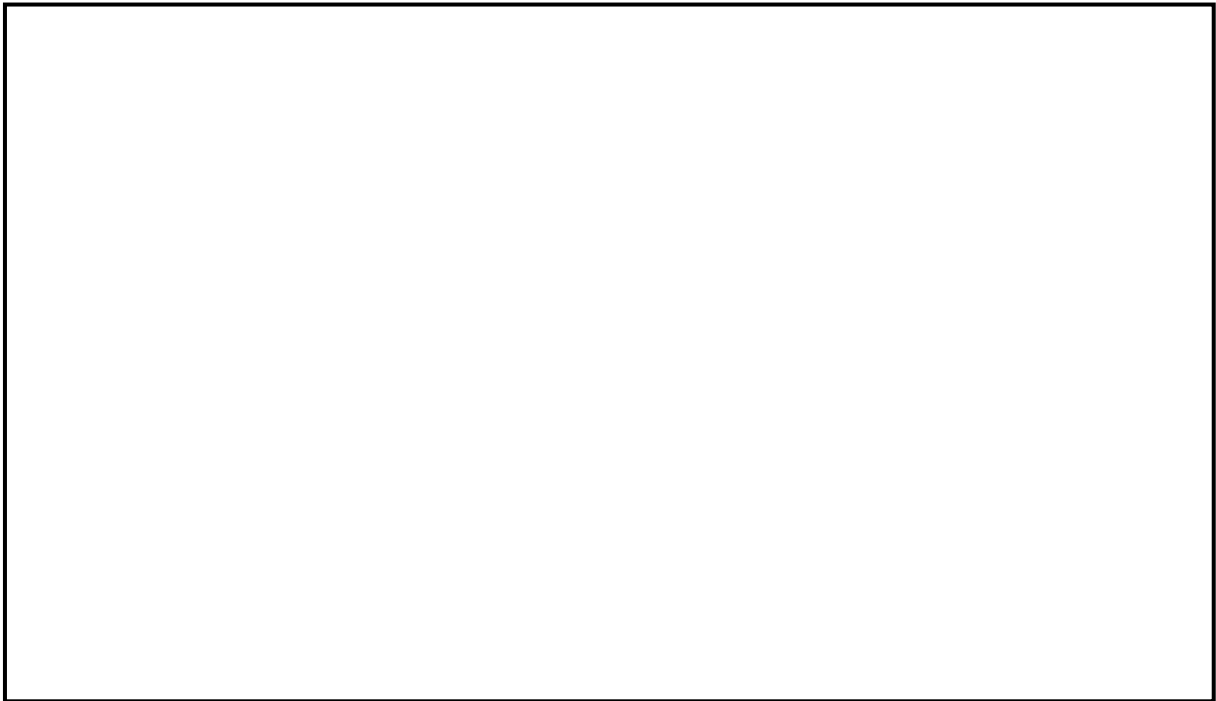
**CHEMICAL ENGINEERING UNDERGRADUATE STUDY PROGRAM
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : PEMBUATAN FUNGSIONAL KEJU CHEDDAR DARI PASTA TOMAT

CATATAN :



Telah diperiksa dan disetujui
Bandung, 10 Februari 2022

Pembimbing 1



Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng.

Pembimbing 2



Anastasia Prima Kristijarti, S.Si.,



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

SURAT PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Geraldo Prajna

NPM : 6141801049

dan

Nama : Graciella Lorenz Susanto

NPM : 6141801103

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

Pembuatan Fungsional Keju Cheddar dari Pasta Tomat

adalah hasil pekerjaan kami dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka kami bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 10 Februari 2022



Geraldo Prajna
(6141801049)



Graciella Lorenz Susanto
(6141801103)

LEMBAR REVISI

JUDUL : PEMBUATAN FUNGSIONAL KEJU CHEDDAR DARI PASTA TOMAT

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui
Bandung, 10 Februari 2022

Penguji 1



Dr. Henky Muljana, S.T., M.Eng.

Penguji 2



Susiana Prasetyo S., S.T., M.T.

INTISARI

Keju merupakan sebuah makanan yang berasal dari susu dengan melewati beberapa tahapan proses yaitu standardisasi, pasteurisasi, pengasaman, koagulasi untuk memisahkan *curd* dan *whey*, *syneresis*, pengasinan, penekanan, dan pematangan. Keju memiliki kandungan gizi seperti protein, lemak, mineral, dan vitamin. Keju dapat dibagi menjadi 4 jenis berdasarkan metode koagulasinya yaitu keju yang dikoagulasi menggunakan rennet, asam, panas dan asam, serta dengan mengkristalisasi *whey* keju. Seiring waktu berjalan, banyak keju yang diproduksi dengan bahan tambahan seperti lada dan cabai untuk menambah cita rasa. Salah satu bahan tambahan baru yang dapat digunakan pada pembuatan keju adalah tomat karena tomat merupakan sayuran yang memiliki kandungan zat yang berguna bagi tubuh seperti lemak, lutein, vitamin, folat, kalium, serta likopen yaitu antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas dan mencegah berbagai resiko penyakit. Selain menambahkan gizi pada keju, tomat dapat menambahkan tekstur yang baru pada keju. Pada penelitian ini, digunakan pasta tomat dengan kandungan likopen terbesar yaitu 42,2 mg/100 g dalam pembuatan keju cheddar.

Pada penelitian ini, digunakan variasi jumlah pasta tomat sebesar 0 g, 5 g, 10 g, dan 15 g dan jenis rennet yaitu rennet hewani dan rennet mikrobial dalam bentuk cair sebesar 0,25 mL per 1-liter susu. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan variasi terbaik dari jumlah pasta tomat dan jenis rennet terhadap keju cheddar. Selain itu, untuk mengetahui pengaruh dari variasi-variasi tersebut terhadap hasil analisis yaitu kadar air, kadar protein, kadar lemak, konsentrasi likopen, tekstur (*hardness*, *adhesiveness*, *cohesiveness*, dan *chewiness*), dan rendemen. Analisis lain yang dilakukan adalah analisis aktivitas koagulasi susu untuk membandingkan kemampuan dari rennet hewani dengan mikrobial dalam mengkoagulasi susu. Selama proses pembuatan keju cheddar, dilakukan pengukuran pH untuk mengetahui pengaruhnya terhadap hasil analisis.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah pasta tomat, maka kadar air, kadar protein, rendemen, dan *adhesiveness* semakin menurun, sedangkan konsentrasi likopen, *hardness*, *cohesiveness*, dan *chewiness* semakin meningkat dan kadar lemak tidak berpengaruh secara signifikan. Rennet hewani menghasilkan keju yang lebih keras dan *cohesiveness*, rendemen dan kadar protein yang lebih besar daripada rennet mikrobial sedangkan rennet mikrobial menghasilkan keju yang lebih lembek, kadar air yang lebih besar, dan gaya tarik menarik yang lebih lemah daripada rennet hewani. Keju cheddar yang terbaik adalah pasta tomat 15 g dan rennet hewani dengan konsentrasi likopen, kadar air, kadar protein, dan kadar lemak berturut-turut sebesar 0,2491 µg/mL, 28,67%, 19,5%, dan 15,5%. Konsentrasi likopen yang terserap pada keju yaitu sekitar 44% dari pasta tomat. Selain itu, rennet hewani menghasilkan rendemen dan protein yang lebih banyak sebesar 5% dan 1,1%. pH selama proses pembuatan keju berpengaruh terhadap jenis rennet namun tidak berpengaruh pada variasi jumlah pasta tomat karena terdapat perbedaan pH yang cukup signifikan sekitar 0,1 antara kedua jenis rennet, namun perbedaan yang kecil sekitar 0,01-0,05 antara variasi jumlah pasta tomat

Kata kunci: keju, susu, pasta tomat, rennet hewani, rennet mikrobial

ABSTRACT

Cheese is a type of dairy product that goes through several process stages, which is standardization, pasteurization, acidification, coagulation to separate curd and whey, syneresis, salting, pressing, and ripening. Cheese contains nutrients such as protein, fat, minerals, and vitamins. Cheese can be divided into 4 types based on the coagulation method, which is cheese that is coagulated using rennet, acid, heat and acid, and by crystallizing cheese whey. Over time, many cheeses were produced with additives such as pepper and chilies to add flavour. One of the new additives that can be used in cheese making is tomatoes because tomatoes are vegetables that contain substances that are useful for the body such as fat, lutein, vitamins, folate, potassium, and lycopene, which are antioxidants that can ward off free radicals and prevent various risks of disease. In addition to adding nutrition to cheese, tomatoes can add new flavours and textures to cheese. In this study, tomatoes were used in the making of cheddar cheese.

Variations used in this study are the amount of tomato paste (0 g, 5 g, 10 g, and 15 g) and the types of rennet (animal rennet and microbial rennet) in liquid form of 0.25 mL per 1 litre of milk. This study aims to determine the best variation of the amount of tomato paste and the type of rennet against cheddar cheese. In addition, to determine the effect of these variations on the analysis results, which are water content, protein content, fat content, lycopene concentration, texture (hardness, adhesiveness, cohesiveness, and chewiness), and yield. Another analysis carried out was the analysis of the milk clotting activity to compare the ability of animal and microbial rennet to coagulate milk. During the process of making cheddar cheese, pH measurements were carried out to determine its effect on the analysis results.

The results of this study showed that the more the amount of tomato paste, the water content, protein content, yield, and adhesiveness decreased, while the concentration of lycopene, hardness, cohesiveness, and chewiness increased and fat content did not significantly affect. Animal rennet produced a harder cheese and higher cohesiveness, greater yield and protein content than microbial rennet while microbial rennet produced a softer cheese, greater moisture content, and weaker tensile strength than animal rennet. The best cheddar cheese was 15 g of tomato paste and animal rennet with concentrations of lycopene, water content, protein content, and fat content of 0.2491 g/mL, 28.67%, 19.5%, and 15.5% respectively. The concentration of lycopene absorbed in cheese is about 44% of tomato paste. In addition, animal rennet produced higher yields and protein by 5% and 1.1%, respectively. The pH during the cheese-making process affected the types of rennet but had no effect on the variation of the amount of tomato paste because there was a significant difference in pH of about 0.1 between the two types of rennet, but a small difference of 0.01-0.05 between the variations in the amount of tomato paste.

Key words: cheese, milk, tomato paste, calf rennet, microbial rennet

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul “Pembuatan Fungsional Keju Cheddar dari Pasta Tomat” sesuai waktu yang telah ditentukan.

Laporan ini disusun dan diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Penelitian (CHE184650) yang merupakan salah satu mata kuliah wajib di Program Studi Sarjana Teknik Kimia Universitas Katolik Parahyangan. Laporan ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya karena penulis menerima banyak bantuan dan dukungan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang turut berperan dalam penyusunan laporan penelitian, khususnya kepada:

1. Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng. dan Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan, pengarahan, kritik, motivasi, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal.
2. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, nasihat, serta motivasi selama penyusunan proposal.
3. Teman-teman yang telah senantiasa memberi motivasi, dukungan, saran, dan bertukar pikiran yang berguna bagi penulis selama penyusunan proposal.
4. Serta berbagai pihak yang tidak mungkin dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan dan pengalaman yang dimiliki. Dengan demikian, penulis ingin meminta maaf apabila terdapat penulisan kalimat yang kurang tepat bagi para pembaca. Oleh karena itu, saran dan kritik dari pembaca yang bersifat membangun akan penulis terima dengan sepenuh hati. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 10 Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
INTISARI	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tema Sentral Masalah	4
1.3. Identifikasi Masalah	4
1.4. Premis	5
1.5. Hipotesis	5
1.6. Tujuan Penelitian	6
1.7. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Susu	11
2.2. Keju	14
2.2.1. Kandungan Gizi Keju	14
2.3. Proses Pembuatan Keju	18
2.3.1. Pemilihan Susu	19
2.3.2. Perlakuan Awal pada Susu	19
2.3.3. Pengolahan Susu Menjadi Dadih Keju	20
2.3.4. Pengasinan	24
2.3.5. Pencetakan dan Penekanan	26
2.3.6. Pematangan	26
2.4. Jenis-jenis Keju dan Metode Pembuatannya	27
2.4.1. <i>Internally Bacteria Ripened Cheeses</i>	28

2.4.1.1. <i>Extra Hard Cheese</i>	28
2.4.1.2. <i>Hard Cheese</i>	29
2.4.1.3. <i>Semi-Hard Cheese</i>	31
2.4.1.4. <i>Cheese with Eyes</i>	31
2.4.1.5. <i>High Salt Cheese</i>	33
2.4.1.6. <i>Pasta Vilata Cheese</i>	34
2.4.2. <i>Moulded-Ripened Cheeses</i>	35
2.4.2.1. <i>Surface Mold-Ripened Cheese</i>	35
2.4.2.2. <i>Blue Veined Cheese</i>	37
2.4.3. <i>Surface Smear-Ripened Cheese</i>	38
2.5. Bahan Tambahan pada Keju	40
2.6. Tomat	40
2.6.1. Kandungan Gizi Tomat.....	40
BAB III BAHAN DAN METODE.....	43
3.1. Bahan	43
3.2. Alat.....	43
3.3. Prosedur Penelitian	44
3.3.1. Pembuatan Pasta Tomat	44
3.3.2. Pembuatan Keju Cheddar	44
3.4. Analisis	46
3.5. Rancangan Percobaan	46
3.6. Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....	48
BAB IV PEMBAHASAN.....	49
4.1. Pembuatan Pasta Tomat.....	49
4.2. Pembuatan Keju Cheddar dan Analisis pH.....	49
4.3. Analisis Aktivitas Koagulasi Susu.....	51
4.4. Variasi Pasta Tomat dan Rennet terhadap Rendemen Keju	52
4.4.1. Pengaruh Variasi Pasta Tomat terhadap Rendemen Keju	53
4.4.2. Pengaruh Variasi Rennet terhadap Rendemen Keju.....	54
4.5. Variasi Pasta Tomat dan Rennet terhadap Kadar Air Keju	54
4.5.1. Pengaruh Variasi Pasta Tomat terhadap Kadar Air Keju	55
4.5.2. Pengaruh Variasi Rennet terhadap Kadar Air Keju.....	56
4.6. Variasi Pasta Tomat dan Rennet terhadap Kadar Protein Keju	56

4.6.1. Pengaruh Variasi Pasta Tomat terhadap Kadar Protein Keju	56
4.6.2. Pengaruh Variasi Rennet terhadap Kadar Protein Keju.....	57
4.7. Variasi Pasta Tomat dan Rennet terhadap Kadar Lemak Keju.....	57
4.7.1. Pengaruh Variasi Pasta Tomat terhadap Kadar Lemak Keju.....	58
4.7.2. Pengaruh Variasi Rennet terhadap Kadar Lemak Keju	58
4.8. Variasi Pasta Tomat dan Rennet terhadap Konsentrasi Likopen Keju	58
4.8.1. Pengaruh Variasi Pasta Tomat terhadap Konsentrasi Likopen Keju	60
4.8.2. Pengaruh Variasi Rennet terhadap Konsentrasi Likopen Keju.....	60
4.9. Variasi Pasta Tomat dan Rennet terhadap Tekstur Keju	60
4.9.1. Pengaruh Variasi Pasta Tomat terhadap Tekstur Keju	63
4.9.2. Pengaruh Variasi Rennet terhadap Tekstur Keju.....	63
4.10. Keju Cheddar dengan Variasi Terbaik.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1. Kesimpulan	65
5.2. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN A METODE ANALISA.....	71
A.1. Analisis Kadar Air dengan Metode Oven	71
A.2. Analisis Kadar Protein dengan Metode Kjeldahl.....	73
A.3. Analisis Kadar Lemak dengan Metode Ekstraksi Soxhlet.....	74
A.4. Analisis Konsentrasi Likopen	77
A.5. Analisis Tekstur	79
A.6. Analisis Aktivitas Koagulasi Susu.....	79
A.7. Analisis Rendemen	80
A.8. Analisis pH.....	81
LAMPIRAN B <i>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</i>	82
B.1. Garam (NaCl).....	82
B.1.1 Sifat Fisika dan Kimia.....	82
B.1.2. Resiko Bahaya dan Upaya Penanggulangan.....	82
B.1.3. Manajemen Tumpahan.....	82
B.1.4. Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	82
B.1.5. Reaktifitas dan Stabilitas	83
B.2. <i>Lactobacillus lactis</i>	83

B.2.1. Identifikasi Bahaya (NPFA).....	83
B.2.2. Sifat Fisika dan Kimia.....	83
B.2.3. Resiko Bahaya dan Upaya Penanggulangan.....	83
B.2.4. Manajemen Tumpahan.....	83
B.2.5. Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	83
B.3. K ₂ SO ₄ (Potasium Sulfat).....	84
B.3.1. Sifat Fisika dan Kimia.....	84
B.3.2. Resiko Bahaya dan Upaya Penanggulangan.....	84
B.3.3. Manajemen Tumpahan.....	84
B.3.4. Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	84
B.3.5. Reaktifitas dan Stabilitas.....	84
B.4. CuSO ₄ (<i>Copper II Sulfate</i>).....	84
B.4.1. Sifat Fisika dan Kimia.....	84
B.4.2. Resiko Bahaya dan Upaya Penanggulangan.....	85
B.4.3. Manajemen Tumpahan.....	85
B.4.4. Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	85
B.4.5. Reaktifitas dan Stabilitas.....	85
B.5. HCl (<i>Hydrochloric Acid</i>).....	85
B.5.1. Identifikasi Bahaya (NPFA).....	85
B.5.2. Sifat Fisika dan Kimia.....	85
B.5.3. Resiko Bahaya dan Upaya Penanggulangan.....	86
B.5.4. Manajemen Tumpahan.....	86
B.5.5. Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	87
B.5.6. Reaktifitas dan Stabilitas.....	87
B.6. H ₂ SO ₄ (Asam Sulfat).....	87
B.6.1. Identifikasi Bahaya (NPFA).....	87
B.6.2. Sifat Fisika dan Kimia.....	88
B.6.3. Resiko Bahaya dan Upaya Penanggulangan.....	88
B.6.4. Manajemen Tumpahan.....	88
B.6.5. Penanganan dan Penyimpanan Bahan.....	89
B.6.6. Reaktifitas dan Stabilitas.....	89
B.7. NaOH (Sodium Hidroksida).....	89
B.7.1. Identifikasi Bahaya (NPFA).....	89
B.7.2. Sifat Fisika dan Kimia.....	89
B.7.3. Resiko Bahaya dan Upaya Penanggulangan.....	90

B.7.4. Manajemen Tumpahan	90
B.7.5. Penanganan dan Penyimpanan Bahan	91
B.7.6. Reaktifitas dan Stabilitas	91
B.8. H ₃ BO ₃ (Asam Borat).....	91
B.8.1. Identifikasi Bahaya (NPFA).....	91
B.8.2. Sifat Fisika dan Kimia	91
B.8.3. Resiko Bahaya dan Upaya Penanggulangan.....	92
B.8.4. Manajemen Tumpahan	92
B.8.5. Penanganan dan Penyimpanan Bahan	92
B.9. Indikator BCG-MR	93
B.9.1. Identifikasi Bahaya (NPFA).....	93
B.9.2. Sifat Fisika dan Kimia	93
B.9.3. Resiko Bahaya dan Upaya Penanggulangan.....	93
B.9.4. Manajemen Tumpahan	93
B.9.5. Penanganan dan Penyimpanan Bahan	93
B.9.6. Reaktifitas dan Stabilitas	94
B.10. Heksan.....	94
B.10.1. Identifikasi Bahaya (NPFA).....	94
B.10.2. Sifat Fisika dan Kimia	94
B.10.3. Resiko Bahaya dan Upaya Penanggulangan.....	94
B.10.4. Manajemen Tumpahan	94
B.10.5. Penanganan dan Penyimpanan Bahan	95
B.10.6. Reaktifitas dan Stabilitas	95
B.11. Etanol	95
B.11.1. Identifikasi Bahaya (NPFA).....	95
B.11.2. Sifat Fisika dan Kimia	95
B.11.3. Resiko Bahaya dan Upaya Penanggulangan.....	95
B.11.4. Manajemen Tumpahan	96
B.11.5. Penanganan dan Penyimpanan Bahan	96
B.11.6. Reaktifitas dan Stabilitas	96
B.12. Aseton.....	96
B.12.1. Identifikasi Bahaya (NPFA).....	96
B.12.2. Sifat Fisika dan Kimia	96
B.12.3. Resiko Bahaya dan Upaya Penanggulangan.....	97
B.12.4. Manajemen Tumpahan	97

B.12.5. Penanganan dan Penyimpanan Bahan	97
B.12.6. Reaktifitas dan Stabilitas	97
B.13. <i>CaCl₂ (Calcium Chloride)</i>	98
B.13.1. Identifikasi Bahaya (NPFA).....	98
B.13.2. Sifat Fisika dan Kimia	98
B.13.3. Resiko Bahaya dan Upaya Penanggulangan	98
B.13.4. Manajemen Tumpahan	98
B.13.5. Penanganan dan Penyimpanan Bahan	98
B.13.6. Reaktifitas dan Stabilitas	99
LAMPIRAN C HASIL ANTARA.....	100
C.1. Kadar Air dengan Metode Oven	100
C.2. Kadar Protein dengan Metode Kjeldahl	102
C.3. Kadar Lemak dengan Metode Ekstraksi Soxhlet	104
C.4. Konsentrasi Likopen	106
C.5. Tekstur.....	108
C.6. Aktivitas Koagulasi Susu	113
C.7. Rendemen.....	113
C.8. pH.....	115
LAMPIRAN D GRAFIK.....	125
D.1. Kadar Air dengan Metode Oven	125
D.2. Kadar Protein dengan Metode Kjeldahl.....	125
D.3. Kadar Lemak dengan Metode Ekstraksi Soxhlet.....	126
D.4. Konsentrasi Likopen	126
D.5. Tekstur	127
D.6. Rendemen.....	129
D.7. pH pada Proses Pembuatan Keju	130
LAMPIRAN E CONTOH PERHITUNGAN	132
E.1. Penentuan Kadar Air dengan Metode Oven.....	132
E.2. Penentuan Kadar Protein dengan Metode Kjeldahl.....	132
E.3. Penentuan Kadar Lemak dengan Metode Ekstraksi Soxhlet.....	133
E.4. Penentuan Konsentrasi Likopen	133
E.5. Penentuan Rendemen	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Hasil proyeksi produksi susu Indonesia.....	1
Gambar 1.2. Perbandingan ekspor dan impor komoditas keju di Indonesia	2
Gambar 1.3. Kontribusi produksi tomat beberapa negara di ASEAN pada tahun 2008 - 2012	3
Gambar 1.4. Hasil produksi tomat Indonesia.....	3
Gambar 2.1. Rumus struktur α - dan β -lactose (a) rantai terbuka (b) proyeksi Fischer (c) proyeksi Haworth.....	12
Gambar 2.2. Proses pembuatan keju.....	18
Gambar 2.3. Diagram jalur metabolisme laktosa pada <i>lactic acid bacteria</i>	21
Gambar 2.4. Reaksi pada proses koagulasi susu dengan rennet	22
Gambar 2.5. Diagram proses kerja rennet pada misel kasein susu	22
Gambar 2.6. Keragaman keju	28
Gambar 2.7. Proses pembuatan keju Parmigiano-Reggiano.....	29
Gambar 2.8. Proses pembuatan keju Cheddar	30
Gambar 2.9. Proses pembuatan keju Emmental	32
Gambar 2.10. Proses pembuatan keju Gouda	33
Gambar 2.11. Proses pembuatan keju Feta.....	34
Gambar 2.12. Proses pembuatan keju Mozzarella.....	35
Gambar 2.13. Proses pembuatan keju Camembert	36
Gambar 2.14. Proses pembuatan keju Roquefort.....	37
Gambar 2.15. Proses pembuatan keju Limburger.....	39
Gambar 3.1. Diagram alir pembuatan pasta tomat	44
Gambar 3.2. Diagram alir pembuatan keju Cheddar	45
Gambar 4.1. Keju cheddar dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat	49
Gambar 4.2. Grafik pH pada proses pembuatan keju dengan rennet hewani	50
Gambar 4.3. Grafik pH pada proses pembuatan keju dengan rennet mikrobial	50
Gambar 4.4. Urutan asam amino pada k-kasein	52
Gambar 4.5. Grafik rendemen keju dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat.....	53
Gambar 4.6. Grafik kadar air keju dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat	55
Gambar 4.7. Grafik kadar protein keju dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat ..	56
Gambar 4.8. Grafik kadar lemak keju dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat....	58
Gambar 4.9. Kurva standar likopen	59
Gambar 4.10. Grafik konsentrasi likopen keju dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat	59
Gambar 4.11. Analisis tekstur keju.....	60

Gambar 4.12. Grafik <i>hardness</i> keju dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat.....	61
Gambar 4.13. Grafik <i>cohesiveness</i> keju dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat.	61
Gambar 4.14. Grafik <i>adhesiveness</i> keju dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat	62
Gambar 4.15. Grafik <i>chewiness</i> keju dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat	62
Gambar A.1. Diagram alir analisis kadar air dengan metode Oven	72
Gambar A.2. Diagram alir analisis kadar protein dengan metode Kjeldahl	74
Gambar A.3. Diagram alir analisis kadar lemak	76
Gambar A.4. Diagram alir analisis konsentrasi likopen	78
Gambar A.5. Diagram alir analisis tekstur	79
Gambar A.6. Diagram alir analisis aktivitas koagulasi susu	80
Gambar A.7. Diagram alir analisis rendemen	80
Gambar A.8. Diagram alir analisis pH.....	81
Gambar D.1. Perbandingan kadar air dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat...	125
Gambar D.2. Perbandingan kadar protein dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat	125
Gambar D.3. Perbandingan kadar lemak dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat	126
Gambar D.4. Kurva standar konsentrasi likopen	126
Gambar D.5. Perbandingan konsentrasi likopen dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat	127
Gambar D.6. Perbandingan <i>hardness</i> dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat ..	127
Gambar D.7. Perbandingan <i>adhesiveness</i> dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat	128
Gambar D.8. Perbandingan <i>cohesiveness</i> dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat	128
Gambar D.9. Perbandingan <i>chewiness</i> dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat.	129
Gambar D.10. Perbandingan rendemen dengan variasi jenis rennet dan jumlah pasta tomat	129
Gambar D.11. Perbandingan pH pada proses pembuatan keju 0 g pasta tomat dengan variasi jenis rennet	130
Gambar D.12. Perbandingan pH pada proses pembuatan keju 5 g pasta tomat dengan variasi jenis rennet	130
Gambar D.13. Perbandingan pH pada proses pembuatan keju 10 g pasta tomat dengan variasi jenis rennet	131
Gambar D.14. Perbandingan pH pada proses pembuatan keju 15 g pasta tomat dengan variasi jenis rennet	131

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Tabel premis	7
Tabel 1.1. Tabel premis (lanjutan)	8
Tabel 1.1. Tabel premis (lanjutan)	9
Tabel 1.1. Tabel premis (lanjutan)	10
Tabel 2.1. Kandungan gizi susu pada berbagai jenis ternak mamalia	11
Tabel 2.2. Komposisi untuk berbagai tipe keju	15
Tabel 2.3. Kandungan vitamin untuk berbagai tipe keju	16
Tabel 2.4. Kandungan mineral (mg/100 g) untuk berbagai tipe keju	17
Tabel 2.5. Aktivitas air (a_w) pada beberapa jenis keju	25
Tabel 2.6. Kandungan nutrisi tomat segar	41
Tabel 2.7. Kandungan likopen pada tomat dengan berbagai tingkat kematangan	42
Tabel 2.8. Kandungan likopen pada buah segar dan olahan tomat	42
Tabel 3.1. Rancangan percobaan	46
Tabel 3.3. Jadwal kerja penelitian	48
Tabel 4.1. Aktivitas koagulasi susu dengan rennet hewani dan mikrobial	51
Tabel 4.2. pH penambahan bakteri dan pasta tomat pada proses pembuatan keju	53
Tabel B.1. Resiko bahaya dan upaya penanggulangan Garam (NaCl)	82
Tabel B.2. Resiko bahaya dan upaya penanggulangan <i>Lactobacillus lactis</i>	83
Tabel B.3. Resiko bahaya dan upaya penanggulangan Tablet Kjeldahl	84
Tabel B.4. Resiko bahaya dan upaya penanggulangan Tablet Kjeldahl	85
Tabel B.5. Resiko bahaya dan upaya penanggulangan HCl	86
Tabel B.6. Resiko bahaya dan upaya penanggulangan H_2SO_4	88
Tabel B.7. Resiko bahaya dan upaya penanggulangan NaOH	90
Tabel B.8. Resiko bahaya dan upaya penanggulangan Asam Borat	92
Tabel B.9. Resiko bahaya dan upaya penanggulangan PP (Phenolphthalein)	93
Tabel B.10. Resiko bahaya dan upaya penanggulangan Heksan	94
Tabel B.11. Resiko bahaya dan upaya penanggulangan Etanol	95
Tabel B.12. Resiko bahaya dan upaya penanggulangan Aseton	97
Tabel B.13. Resiko bahaya dan upaya penanggulangan $CaCl_2$	98
Tabel C.1. Kadar air keju cheddar pada tiap variasi	100
Tabel C.2. ANOVA <i>two-factor with replication</i> kadar air keju	101
Tabel C.3. Kadar protein keju cheddar pada tiap variasi	102
Tabel C.4. ANOVA <i>two-factor with replication</i> kadar protein keju	103

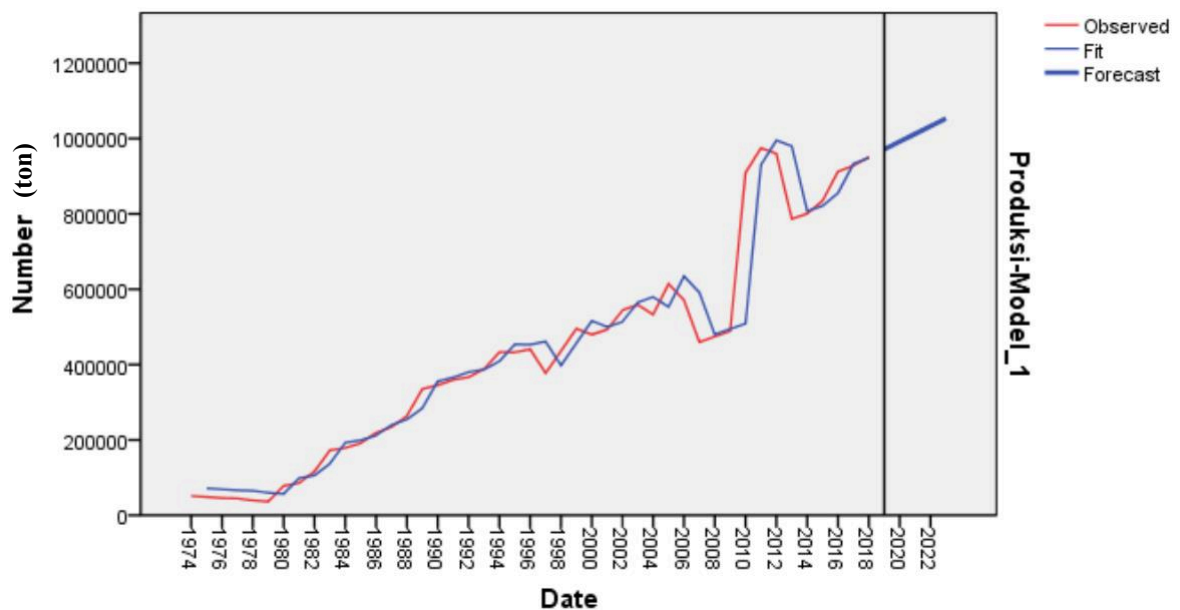
Tabel C.5. Kadar lemak keju cheddar pada tiap variasi	104
Tabel C.6. ANOVA <i>two-factor with replication</i> kadar lemak keju.....	105
Tabel C.7. Persamaan kurva standar konsentrasi likopen.....	106
Tabel C.8. Konsentrasi likopen keju pada tiap variasi.....	106
Tabel C.9. ANOVA <i>two-factor with replication</i> konsentrasi likopen keju	107
Tabel C.10. Tekstur keju pada tiap variasi	108
Tabel C.11. ANOVA <i>two-factor with replication</i> pada <i>hardness</i> keju	109
Tabel C.12. ANOVA <i>two-factor with replication</i> pada <i>adhesiveness</i> keju.....	110
Tabel C.13. ANOVA <i>two-factor with replication</i> pada <i>cohesiveness</i> keju	111
Tabel C.14. ANOVA <i>two-factor with replication</i> pada <i>chewiness</i> keju.....	112
Tabel C.15. Aktivitas koagulasi susu pada rennet hewani dan mikrobial	113
Tabel C.16. Rendemen keju.....	113
Tabel C.17. ANOVA <i>two-factor with replication</i> rendemen keju.....	114
Tabel C.18. pH pada proses keju cheddar dengan rennet hewani	115
Tabel C.19. pH pada proses keju cheddar dengan rennet mikrobial	116
Tabel C.20. ANOVA <i>two-factor with replication</i> pH susu	117
Tabel C.21. ANOVA <i>two-factor with replication</i> pH penambahan bakteri	118
Tabel C.22. ANOVA <i>two-factor with replication</i> pH penambahan pasta.....	119
Tabel C.23. ANOVA <i>two-factor with replication</i> pH penambahan rennet	120
Tabel C.24. ANOVA <i>two-factor with replication</i> pH pemotongan <i>curd</i>	121
Tabel C.25. ANOVA <i>two-factor with replication</i> pH pemanasan.....	122
Tabel C.26. ANOVA <i>two-factor with replication</i> pH <i>cheddaring</i>	123
Tabel C.27. ANOVA <i>two-factor with replication</i> pH <i>ripening</i>	124

BAB I

PENDAHULUAN

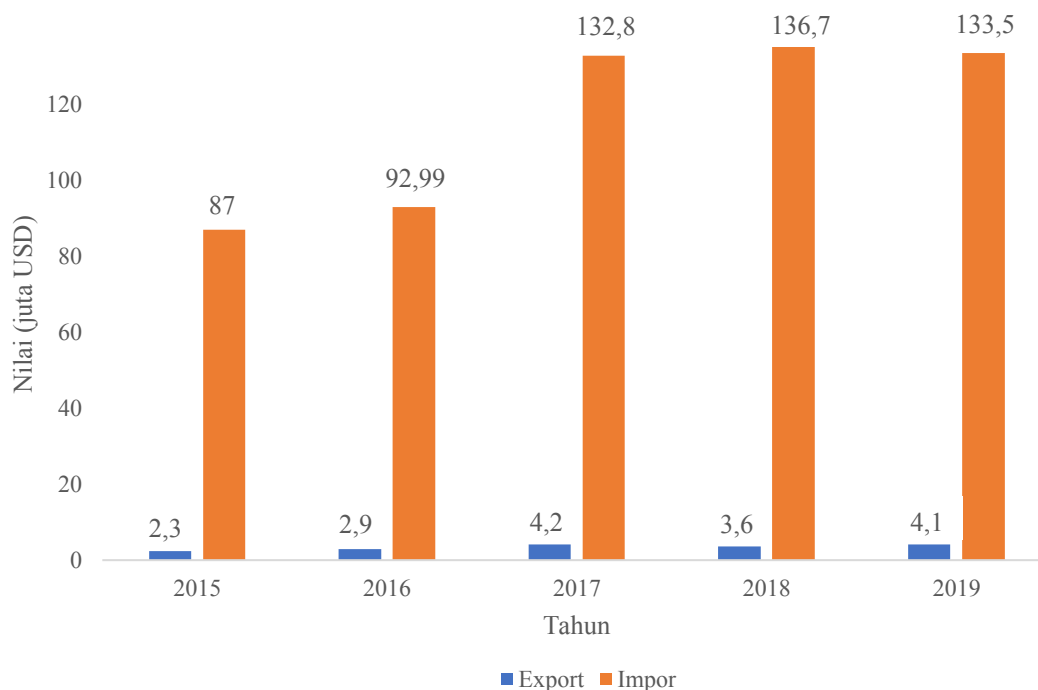
1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki sektor agrikultur yang cukup besar. Walaupun demikian, produk susu Indonesia merupakan salah satu sektor yang lemah apabila membandingkan volum impor dan ekspornya, namun apabila dibandingkan dari produksinya, berdasarkan hasil estimasi pusdatin, produksi susu Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun dan diperkirakan sampai 2023 akan mengalami kenaikan 2,04% per tahun yang dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1. Hasil proyeksi produksi susu Indonesia (Indarta, 2019)

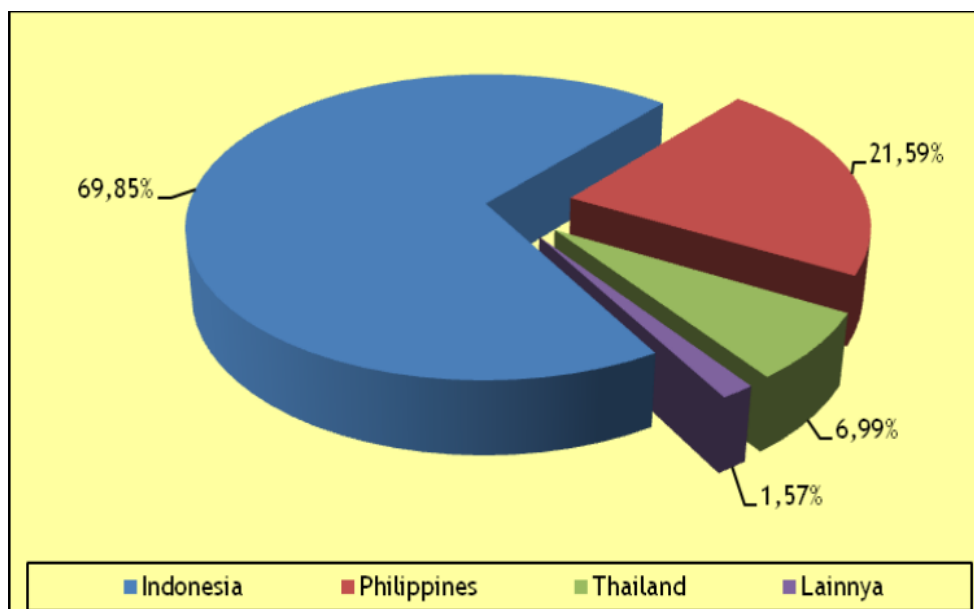
Salah satu jenis produk susu adalah keju natural yang berasal dari koagulasi susu yang dipisahkan dari wheynya, selain itu juga terdapat keju proses yang merupakan jenis keju yang bahan dasarnya merupakan keju natural yang dicampur dengan *emulsifying salt* dan bahan lainnya. Keju itu sendiri memiliki banyak kandungan gizi dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia baik langsung maupun sebagai bahan untuk membuat berbagai macam makanan. **Gambar 1.2** menunjukkan perbandingan antara data ekspor dan impor komoditas keju di Indonesia.



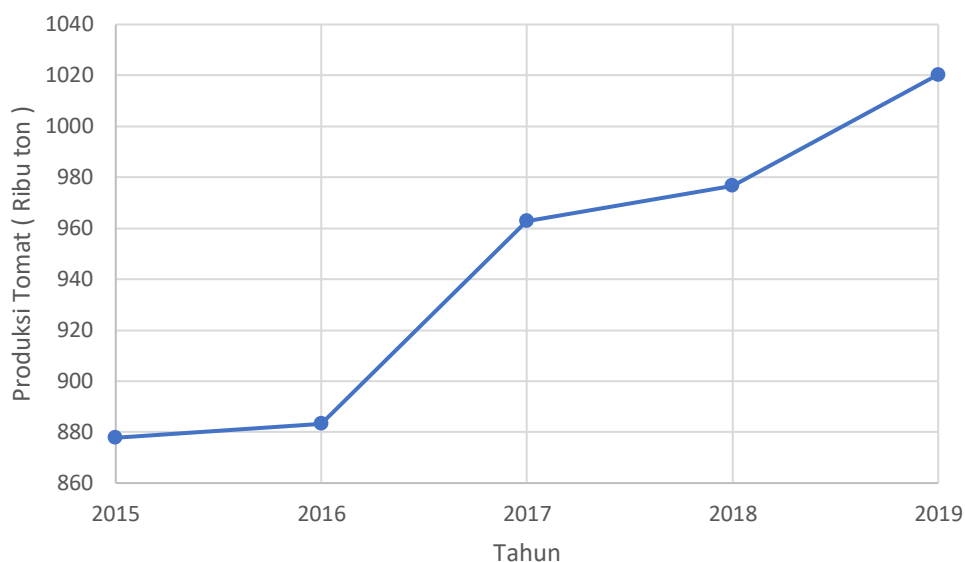
Gambar 1.2. Perbandingan ekspor dan impor komoditas keju di Indonesia
(TrendEconomy, 2021)

Dapat dilihat pada **Gambar 1.2** bahwa walaupun jumlah keju yang diekspor Indonesia relatif bertambah dari tahun ke tahun, namun jumlah keju yang diimpor juga terus bertambah, terdapat perbedaan yang cukup signifikan dimana 97,1% merupakan impor sedangkan ekspor hanya 2,9%. Dengan mengetahui data ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin banyak masyarakat Indonesia yang mengonsumsi keju.

Seperti yang telah dijelaskan di atas, sektor agrikultur merupakan keunggulan dari negara Indonesia, apabila komoditas dari sektor agrikultur ini bisa digabungkan dengan keju menjadi jenis keju baru yang memiliki kualitas dan nilai gizi yang lebih baik, volum keju impor Indonesia dapat dikurangi dan digantikan dengan keju ini. Dari banyaknya produk agrikultur Indonesia, tomat merupakan komoditas yang sangat cocok untuk digabungkan dengan keju, melihat banyaknya jenis makanan yang sudah ada dengan menggabungkan keju dan tomat contohnya seperti pizza, burger, dan pasta. **Gambar 1.3** dibawah ini menunjukkan banyaknya produksi tomat Indonesia apabila dibandingkan dengan negara - negara lain di ASEAN. Selain itu, **Gambar 1.4** menunjukkan hasil proyeksi tomat di Indonesia dari tahun 2014 – 2019 menurut pusdatin.



Gambar 1.3. Kontribusi produksi tomat beberapa negara di ASEAN pada tahun 2008 - 2012 (Zikria, 2014)



Gambar 1.4. Hasil produksi tomat Indonesia (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2019)

Potensi penggunaan tomat dalam keju tidak hanya dilihat dari produksi tomat Indonesia dan rasanya saja, namun, semakin banyak orang yang memperhatikan gizi makanan yang dikonsumsi. Tomat merupakan sayuran yang memiliki banyak kandungan yang berguna bagi tubuh seperti lemak, lutein, gula, vitamin A, vitamin C, folat, dan kalium serta mengandung likopen dan antioksidan yang memiliki manfaat untuk menangkal radikal

bebas dan mencegah berbagai resiko penyakit seperti penyakit jantung, kanker, rendah kalori, bebas kolesterol, sumber serat, protein yang baik dan kaya akan karotenoid (pigmen merah pada buah tomat). Hal ini dapat menjadi daya tarik bagi konsumen untuk mengkonsumsi keju jenis baru ini yaitu keju dengan tomat.

Dengan produksi susu dan tomat yang semakin banyak di Indonesia, maka dapat disimpulkan bahwa Indonesia masih memiliki potensi untuk menghasilkan keju dengan varian tomat dalam negeri yang dapat mengurangi jumlah keju yang perlu diimpor dari negara lain.

1.2. Tema Sentral Masalah

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan, konsumsi keju cheddar di Indonesia semakin meningkat, namun nilai impor keju lebih besar dibandingkan dengan eksportnya. Selain itu, penelitian terkait pembuatan keju masih belum banyak dilakukan di Indonesia, khususnya terkait pembuatan keju cheddar menggunakan bahan-bahan tambahan belum pernah dilakukan terutama tomat. Tomat merupakan salah satu bahan tambahan yang dapat digunakan pada pembuatan keju sehingga dapat menjadi bahan alternatif yang lebih efisien dalam pembuatan pizza, burger, dan pasta. Selain untuk mempermudah, tomat itu sendiri memiliki banyak kandungan gizi yang bagus untuk tubuh.

1.3. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang dan tema sentral masalah, pada penelitian pembuatan fungsional keju cheddar dari pasta tomat ini akan menguji nilai kadar air, kadar protein, kadar lemak, rendemen, konsentrasi likopen, dan tekstur. Identifikasi masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jumlah pasta tomat terhadap kadar air, kadar protein, kadar lemak, konsentrasi likopen, rendemen, dan tekstur (*hardness*, *chewiness*, *cohesiveness*, dan *adhesiveness*) pada keju cheddar yang dihasilkan?
2. Bagaimana kinerja dari rennet hewani dan rennet mikrobial terhadap hasil analisis?
3. Variasi jumlah pasta tomat dan jenis rennet apakah yang terbaik untuk membuat keju cheddar?
4. Bagaimana pengaruh pH selama proses pembuatan keju terhadap variasi jumlah pasta tomat dan jenis rennet?

1.4. Premis

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti tentang pembuatan keju cheddar dengan beberapa variasi seperti konsentrasi bahan tambahan, jenis rennet, jenis bakteri, jenis susu, dan temperatur koagulasi, maka beberapa premis tersebut dapat digunakan untuk mendasari penelitian ini yang dapat dilihat pada **Tabel 1.1**.

1.5. Hipotesis

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan, dirumuskan beberapa hipotesis sebagai berikut:

1. Jumlah pasta tomat mempengaruhi hasil produk keju cheddar dimana semakin banyak jumlah pasta tomat, maka kadar air dan kadar lemak akan menurun karena kandungan air dan lemak pada susunan matrix misel digantikan oleh likopen pada pasta tomat, sedangkan konsentrasi likopen akan meningkat karena semakin banyak likopen yang masuk pada susunan matrix misel. Menurut Mahenna (2017), rendemen akan meningkat seiring penambahan jus tomat karena persentase jus tomat yang cukup besar terhadap keju yaitu dari rentang 10 - 30% akan membuat total padatan nya bertambah, sedangkan kadar protein akan menurun tapi tidak terlalu signifikan yaitu sekitar 0,05% karena tergantikan oleh kandungan likopen. Selain itu, keju yang dihasilkan akan melembek, lebih kaku, mengalami penurunan kohesivitas dan *adhesiveness*.
2. Rennet mikrobial akan menghasilkan rendemen keju dan protein yang lebih sedikit dibandingkan rennet hewani karena rantai protein pada keju dengan rennet mikrobial akan lebih pendek sehingga rendemen juga lebih sedikit daripada rennet hewani. (Fox, dkk., 2000).
3. Variasi jumlah pasta tomat dan jenis rennet yang terbaik berturut-turut adalah pasta tomat sebesar 15 g dan rennet hewani karena kandungan likopen nya paling besar, dan menghasilkan rendemen yang lebih banyak daripada rennet mikrobial karena rantai protein nya lebih panjang sehingga kandungan proteinnya juga lebih besar (Fox, dkk., 2000).
4. pH berpengaruh terhadap proses pembuatan keju dimana pH akan terus menurun pada setiap prosesnya. Pada umumnya, pH keju berada pada 7,0 dan akan menurun ketika ditambah bakteri dan pasta tomat yang memiliki pH yang asam. pH pada susu perlu dikurangi agar pada proses koagulasi, rennet dapat bekerja optimal yaitu pada pH 6,0.

Selanjutnya, perubahan pH tidak terlalu signifikan pada proses pemotongan *curd*, pemanasan, dan *cheddaring* namun pH turun secara drastis pada proses *ripening* karena terjadi proses glikolisis, proteolisis, dan lipolisis dimana terjadi fermentasi laktosa yang menghasilkan asam laktat, kasein terdegradasi oleh koagulan, dan terjadi dekomposisi (pelepasan lemak). pH berpengaruh terhadap jenis rennet namun tidak berpengaruh pada penambahan pasta tomat karena kedua jenis rennet memiliki perbedaan pH sekitar 0,1 sementara variasi jumlah pasta tomat tidak memiliki perbedaan pH (Fox, dkk., 2000).

1.6. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh jumlah pasta tomat terhadap kadar air, kadar protein, kadar lemak, konsentrasi likopen, rendemen, dan tekstur (*hardness*, *chewiness*, *cohesiveness*, dan *adhesiveness*) pada keju cheddar yang dihasilkan.
2. Mengetahui kinerja dari rennet hewani dan rennet mikrobial terhadap hasil analisis.
3. Mengetahui variasi jumlah pasta tomat dan jenis rennet yang terbaik untuk membuat keju cheddar.
4. Mengetahui pengaruh pH selama proses pembuatan keju terhadap variasi jumlah pasta tomat dan jenis rennet.

1.7. Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu:

1. Bagi industri pangan yaitu dapat memberikan informasi seputar manfaat yang dimiliki pasta tomat pada pembuatan keju cheddar.
2. Bagi pemerintah yaitu dapat memperlihatkan potensi yang dimiliki tanaman tomat dan ternak sapi sehingga pemerintah dapat mengembangkan tanaman tomat dan ternak sapi untuk pembuatan keju cheddar yang lebih sehat untuk dikonsumsi bagi masyarakat.
3. Bagi mahasiswa yaitu menambah wawasan mengenai manfaat tomat pada pembuatan keju dan proses pembuatannya.

Tabel 1.1. Tabel premis

No.	Peneliti	Jenis Keju	Bahan Baku	Bahan Lain	Variabel variasi	Kondisi Operasi	Hasil
1	Arlene, A., dkk (2015)	Keju Cheddar	<ul style="list-style-type: none"> ● Susu ● Enzim 	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Lactobacillus lactis</i> ● CaCl₂ ● Garam 	<ul style="list-style-type: none"> ● Susu: <ul style="list-style-type: none"> ○ Sapi ○ Kambing ○ Kedelai ● Enzim: <ul style="list-style-type: none"> ○ Rennet ○ Papain ○ Bromelin 	<ul style="list-style-type: none"> ● Pasteurisasi: 62,8°C selama 30 menit ● Pendinginan sampai 31-32°C ● Penambahan CaCl₂ 0,2% dan <i>lactobacillus lactis</i> 0,5% ● Inkubasi: 30 menit ● Pemotongan dadih: 3 cm x 3 cm ● Pemanasan: 38°C (2°C tiap 5 menit) ● Pengasinan dadih: garam 2,5 g dalam 100 g dadih ● Penekanan: 1,4 atm selama 12 jam, temperatur ruang ● Pematangan dalam kulkas selama 1 bulan 	<ul style="list-style-type: none"> ● Kondisi terbaik: susu sapi dan enzim rennet ● Hasil analisis: <ul style="list-style-type: none"> ○ Kadar air: 18,25% ○ Kadar abu: 4,25% ○ Kadar protein: 26,62% ○ Kadar lemak: 7,25% ○ Kadar kalsium: 0,9015 g/L ○ <i>Hardness</i> sebelum dan sesudah pematangan: 198,65 g dan 251,5 g
2	Estikomah, S.A., (2017)	Keju Cheddar	<ul style="list-style-type: none"> ● Susu ● Starter 	Garam	<ul style="list-style-type: none"> ● Susu: sapi dan kambing <ul style="list-style-type: none"> ○ 100% dan 0% ○ 50% dan 50% ○ 0% dan 100% ● Starter: <i>Streptococcus lactis</i> dan <i>Rhizopus oryzae</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ 0% dan 100% ○ 50% dan 50% ○ 100% dan 0% 	-	<ul style="list-style-type: none"> ● Kondisi terbaik: 50% susu sapi dan 50% susu kambing dengan starter 50% <i>Streptococcus lactis</i> dan 50% <i>Rhizopus oryzae</i> ● Hasil analisis: <ul style="list-style-type: none"> ○ Rendemen: 21,66% ○ Kadar air: 38,66% ○ Kadar lemak: 34,51%

Tabel 1.1. Tabel premis (lanjutan)

No.	Peneliti	Jenis Keju	Bahan Baku	Bahan Lain	Variabel variasi	Kondisi Operasi	Hasil
3	Khan, U.M., dkk (2019)	Keju Cheddar	<ul style="list-style-type: none"> • Susu kerbau • <i>Citrus reticulata</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Stater campuran: <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> dan <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremonis</i> • Garam 	Konsentrasi <i>citrus reticulata</i> blanco (v/v): <ul style="list-style-type: none"> • 1% • 2% • 3% • 4% 	<ul style="list-style-type: none"> • Pasteurisasi: 65°C selama 30 menit • Pendinginan sampai 33°C • Penambahan 2% (v/v) starter campuran • Koagulasi: 33°C selama 45 menit • Pemasakan dan penggilingan dadih: 33°C selama 15 menit • Penggaraman dadih: garam 2,5% (w/w) • Pematangan: 10°C selama 63 hari 	<ul style="list-style-type: none"> • Kondisi terbaik: konsentrasi <i>citrus reticulata</i> 3% dan 4% • Hasil analisis: <ul style="list-style-type: none"> ○ Kadar lemak: 31,25% dan 31,2% ○ Kadar protein: 30,53% dan 32,38% ○ Kelembaban: 33,12% dan 32,95% ○ pH: 5,52 dan 5,53 ○ Garam: 2,43% dan 2,42%
4	Ong, L., dkk (2011)	Keju Cheddar	Susu sapi dengan campuran <i>ultrafiltered milk</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> • <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> • Rennet hannelase 	Temperatur koagulasi : <ul style="list-style-type: none"> • 27°C • 30°C • 33°C • 36°C 	<ul style="list-style-type: none"> • Pasteurisasi 72 °C selama 15 sekon • Inkubasi pada 33°C selama 45 menit • Koagulasi pada temperatur variasi • Pemotongan hingga 1cm³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Keju dengan temperatur koagulasi lebih rendah memiliki <i>fat content</i> dan <i>fat in dry matter</i> yang lebih tinggi • Keju dengan temperatur koagulasi 27°C memiliki struktur protein yang tertata sedangkan pada 36°C struktur proteinnya tidak tertata rapih

Tabel 1.1. Tabel premis (lanjutan)

No.	Peneliti	Jenis Keju	Bahan Baku	Bahan Lain	Variabel variasi	Kondisi Operasi	Hasil
5	Guinee, T.P., dkk (2007)	Keju Cheddar	Susu sapi	<ul style="list-style-type: none"> ● Stater: <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> ● Susu skim bubuk ● Kimosin 	<p><i>Protein-to-fat ratio</i> susu:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● LPFR (<i>low</i>): 0,7 sampai 0,85 ● MPFR (<i>medium</i>): 0,88 sampai 1 ● HPFR (<i>high</i>): 1,01 sampai 1,15 	<ul style="list-style-type: none"> ● Standardisasi: 8°C ● Pasteurisasi: 72°C selama 15 detik ● Pendinginan sampai 31°C ● Inokulasi susu: 1,5% (wt/wt) dengan starter ● Penumbuhan starter: 23°C, semalam, 10% (wt/vol) ● Pemanasan susu skim bubuk: 90°C selama 30 menit ● Penambahan: kimosin dalam air (1:10) ● Campuran dadih-whey dimasak dengan kecepatan 1°C/5 menit hingga 38°C ● Pengeringan dadih pada pH 6,15 ● <i>Cheddaring</i>: 36°C ● Penggilingan pada pH 5,35 ● Pengasinan pada tingkat 2,75% (b/b) ● Penekanan semalaman pada 264,6 kPa ● Penyimpanan: 4°C selama 30 hari dan pada suhu 7°C selama sisa periode pematangan. 	<p>Ada pengaruh yang besar antara rasio protein dan lemak susu terhadap <i>fat in dry matter</i> dan kandungan air dalam bahan tidak berlemak keju cheddar.</p> <p>Penting dilakukan standarisasi PFR ke dalam kisaran sempit untuk menghindari komposisi yang ekstrim, kualitas buruk, dan ketidak patuhan terhadap spesifikasi komposisi untuk cheddar.</p>

Tabel 1.1. Tabel premis (lanjutan)

No.	Peneliti	Jenis Keju	Bahan Baku	Bahan Lain	Variabel variasi	Kondisi Operasi	Hasil
6	Lashkari, H., dkk (2020)	Keju Feta	<ul style="list-style-type: none"> ● Susu sapi holstein ● <i>Cream and milk protein concentrate</i> ● <i>Whey protein concentrate</i> ● Pomegranate 	<ul style="list-style-type: none"> ● Kimosin ● Kultur ● Garam ● CaCl₂ 	Konsentrasi jus pomegranate: <ul style="list-style-type: none"> ● 5% ● 10% ● 15% ● 20% 	<ul style="list-style-type: none"> ● Pemanasan <ul style="list-style-type: none"> ○ 45°C selama 1 jam ○ <i>Homogenized</i> pada 50 bar ○ Pasteurisasi 63°C selama 30 menit ● Pendinginan sampai 35°C ● Penambahan starter 10 <i>units</i>/1000L dan CaCl₂ 0,2 g/L susu ● Koagulasi: 35°C selama 20 menit ● Inkubasi: 40°C selama 4 jam ● Penempatan pada refrigerator: 6°C selama 60 hari 	<ul style="list-style-type: none"> ● Kondisi terbaik: persentase jus pomegranate 20% ● Hasil analisis: <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Dry matter</i>: 35,11% ○ Lemak: 14,29% ○ Garam: 1,12% ○ Abu: 3,04% ○ Total protein: 10,32% ○ Phenol: 10,32% ○ Anthocyanin: 0,049 mg/g keju ○ <i>Ferry fatty acid</i>: 0,19 meq/100g fat ○ <i>Hardness</i>: 476,5 g ○ <i>Chewiness</i>: 17,16 mj ○ <i>Cohesiveness</i>: 0,35 ○ <i>Adhesiveness</i>: 1,95 mj
7	Mehanna, N.S., dkk (2017)	Keju proses	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Ras cheese</i> ● <i>Cheddar cheese</i> ● <i>Low heat skim milk powder</i> ● <i>Butter</i> ● Jus tomat 	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Emulsifyin g salts</i> 	Konsentrasi jus tomat: <ul style="list-style-type: none"> ● 10% ● 20% ● 30% 	-	<ul style="list-style-type: none"> ● Kondisi terbaik: persentase jus tomat 30% ● Hasil analisis: <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Total solid</i>: 45,3% ○ Total protein: 13,9% ○ Laktosa: 2,60% ○ Abu: 5,21% ○ Garam: 3,15% ○ Likopen: 83,33%