



**PENGARUH JENIS ASAM, pH LARUTAN, DAN TEMPERATUR
TERHADAP KADAR PROTEIN *WHEY* DAN KEKERASAN *CURD* PADA
PEMISAHAN *WHEY* SUSU**

Laporan Penelitian

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

Oleh :

Hilaria Cresandina R. (2013620017)

Pembimbing :

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

Katherine, Ph.D.



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

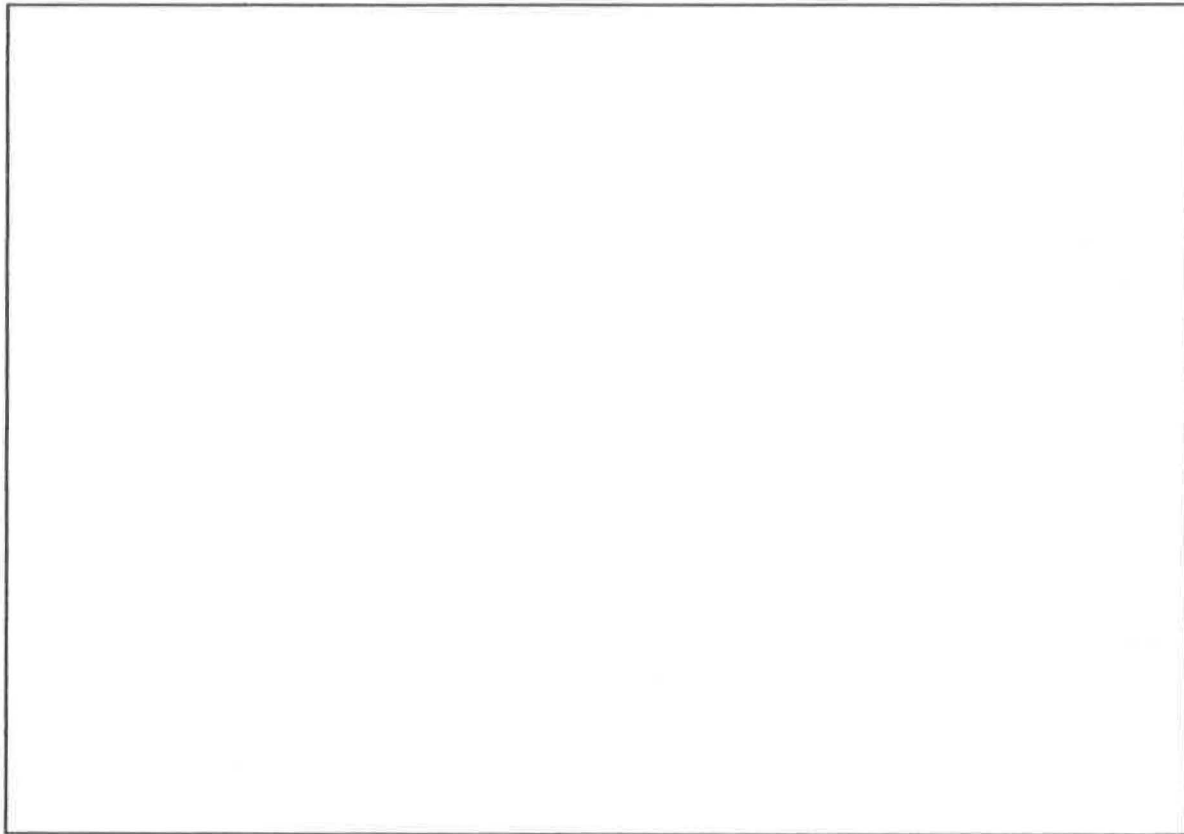
No. Kode	: TK CRE p / 19	BANDUNG
Tanggal	: 24 Februari 2017	2017
No. Ind.	: 4253-ETI / Skp	33520
Divisi	:	
Mediat	:	
Dari	: ETI	



LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : PENGARUH JENIS ASAM, pH LARUTAN, DAN TEMPERATUR TERHADAP KADAR PROTEIN *WHEY* DAN KEKERASAN *CURD* PADA PEMISAHAN *WHEY* SUSU

Catatan :



Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, Januari 2017

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Katherine, Ph.D.



Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan Bandung

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Hilaria Cresandina R.
NRP : 6213017

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

**PENGARUH JENIS ASAM, pH LARUTAN, DAN TEMPERATUR TERHADAP
KADAR PROTEIN *WHEY* DAN KEKERASAN *CURD* PADA PEMISAHAN *WHEY*
SUSU**

adalah hasil pekerjaan saya; seluruh ide, pendapat, serta materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

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

Bandung, Januari 2017

Hilaria Cresandina R.
(NRP: 6213017)



LEMBAR REVISI

JUDUL: PENGARUH JENIS ASAM, pH LARUTAN, DAN TEMPERATUR TERHADAP KADAR PROTEIN *WHEY* DAN KEKERASAN *CURD* PADA PEMISAHAN *WHEY* SUSU

Catatan :

Telah diperiksa dan disetujui

Bandung, Januari 2017

Penguji,

Y.I.P. Arry Miryanti, Ir., M.Si.

Penguji,

Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan baik. Laporan penelitian ini disusun untuk memenuhi persyaratan tugas akhir guna mencapai gelar sarjana (S-1) Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Laporan penelitian ini tidak akan selesai dengan baik dan tepat waktu tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, secara khusus penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Susiana Prasetyo S., S.T., M.T. dan Katherine, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu dan pikiran untuk memberikan kritik dan masukan kepada penulis selama penyusunan laporan penelitian ini;
2. Keluarga yang telah memberikan semangat dan dukungan moral kepada penulis;
3. Seluruh dosen Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan yang telah membekali penulis dengan ilmu yang tak ternilai; serta
4. Bagas Satriya dan teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah turut membantu dan mendukung penulis dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan penelitian ini. Akhir kata, penulis berharap laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Bandung, Januari 2017

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	3
1.3 Identifikasi Masalah.....	3
1.4 Premis.....	4
1.5 Hipotesis.....	4
1.6 Tujuan Penelitian	4
1.7 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Susu.....	9
2.2 Kasein.....	12
2.2.1 α_1 -Kasein.....	13
2.2.2 α_2 -Kasein.....	13
2.2.3 β -Kasein.....	14

2.2.4 κ -Kasein.....	14
2.3 <i>Whey</i> Protein.....	14
2.4 Sapi Perah.....	16
2.5 Koloid pada Susu.....	19
2.5.1 Destabilisasi Emulsi Susu.....	21
2.5.1.1 Koagulasi dengan Enzim.....	21
2.5.1.1 Koagulasi dengan Asam.....	22
2.5.2 Pemisahan <i>Whey</i>	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Metodologi Penelitian.....	27
3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian.....	28
3.3 Prosedur Penelitian.....	28
3.4 Rancangan Percobaan.....	29
3.5 Analisis.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Koagulasi Kasein Susu.....	32
4.2 Perolehan dan <i>Total Solid Whey</i>	33
4.3 Kadar Protein <i>Whey</i>	36
4.4 Kekerasan <i>Curd</i>	38
4.5 Optimasi Pemisahan <i>Whey</i> dari Susu.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN A : Prosedur Analisis.....	47
A.1 Analisis Perolehan <i>Whey</i>	47

A.2 Analisis Protein Metode <i>Foss Kjeldahl</i>	48
A.3 Analisis <i>Total Solid</i>	51
A.4 Analisis Kekerasan	52
LAMPIRAN B : <i>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</i>	55
B.1 Asam Asetat	55
B.2 Asam Sitrat	56
B.3 Natrium Klorida	58
B.4 Kalium Sulfat	59
B.5 Tembaga Sulfat	60
B.6 Asam Sulfat	62
B.7 Natrium Hidroksida	63
B.7 Asam Klorida	65
LAMPIRAN C : DATA PENELITIAN DAN HASIL ANTARA	67
C.1 Analisa <i>Total Solid</i> dan Perolehan <i>Whey</i>	67
C.2 Analisa Kadar Protein <i>Whey</i>	68
C.3 Analisa Kekerasan <i>Curd</i>	69
LAMPIRAN D : GRAFIK	70
D.1 Profil Pengaruh Temperatur dan Jenis Asam Terhadap Rendemen <i>Whey</i>	70
D.2 Profil Pengaruh Temperatur dan Jenis Asam Terhadap <i>Total Solid</i> <i>Whey</i>	70
D.3 Profil Pengaruh Temperatur dan pH Terhadap Kadar Protein <i>Whey</i>	71
D.4 Profil Pengaruh Temperatur dan pH Terhadap Kekerasan <i>Curd</i>	71
D.5 Grafik Analisa <i>Desirability</i> Optimasi Pemisahan <i>Whey</i> dari Susu	72
LAMPIRAN E : CONTOH PERHITUNGAN	73

E.1 Analisa <i>Total Solid</i> dan Perolehan <i>Whey</i>	73
E.2 Analisa Kadar Protein <i>Whey</i>	73



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Perbandingan komposisi susu dan <i>whey</i>	2
Gambar 2.1	Struktur molekul β -laktosa	9
Gambar 2.2	Struktur molekul trigliserol	11
Gambar 2.3	Struktur molekul protein	11
Gambar 2.4	Reaksi protein dengan ion kalsium	13
Gambar 2.5	Struktur immunoglobulin G, A, dan M.....	16
Gambar 2.6	Sapi <i>Holstein</i>	17
Gambar 2.7	Sapi <i>Aryshire</i>	17
Gambar 2.8	Sapi <i>Guernsey</i>	18
Gambar 2.9	Sapi <i>Jersey</i>	18
Gambar 2.10	Sapi <i>Brown Swiss</i>	19
Gambar 2.11	(a) Struktur submisel; (b) Struktur kasein misel.....	20
Gambar 2.12	Reaksi pembentukan ion <i>zwitter</i>	22
Gambar 2.13	Ilustrasi koagulasi protein dengan penambahan asam	23
Gambar 3.1	Bagan metodologi penelitian.....	27
Gambar 3.2	Diagram alir tahap koagulasi	28
Gambar 3.3	Diagram alir tahap pemisahan	29
Gambar 4.1	Hasil koagulasi kasein.....	32
Gambar 4.2	Profil pengaruh temperatur dan jenis asam terhadap perolehan <i>whey</i>	35
Gambar 4.3	Profil pengaruh temperatur dan jenis asam terhadap <i>total solid whey</i>	35
Gambar 4.4	Profil pengaruh temperatur dan pH terhadap kadar protein <i>whey</i>	38
Gambar 4.5	Profil pengaruh temperatur dan pH terhadap kekerasan <i>curd</i>	39
Gambar 4.6	Grafik analisa <i>desirability</i> optimasi pemisahan <i>whey</i> dari susu	40
Gambar A.1	Diagram alir analisis rendemen <i>whey</i>	47

Gambar A.2	Diagram alir tahap pelarutan	49
Gambar A.3	Diagram alir tahap distilasi dan titrasi	50
Gambar A.4	Diagram alir tahap persiapan cawan	51
Gambar A.5	Diagram alir analisis <i>TS</i>	52
Gambar A.6	Diagram alir analisis kekerasan <i>curd</i>	54
Gambar A.7	Grafik hasil pengukuran kekerasan.....	54



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Produksi olahan susu	1
Tabel 1.2	Premis koagulasi kasein susu	6
Tabel 2.1	Komposisi susu berdasarkan jenis sapi perah	19
Tabel 2.2	Karakteristik <i>sweetwhey</i> dan <i>acidwhey</i>	25
Tabel 3.1	Rancangan percobaan penentuan kondisi optimum pemisahan <i>whey</i>	30
Tabel 3.2	Analisis varian (ANOVA) percobaan	30
Tabel 4.1	ANOVA pengaruh temperatur, pH, dan jenis asam terhadap perolehan <i>whey</i> ..	33
Tabel 4.2	ANOVA pengaruh temperatur, pH, dan jenis asam terhadap <i>total solid whey</i> .	34
Tabel 4.3	ANOVA pengaruh temperatur, pH, dan jenis asam terhadap kadar protein <i>whey</i>	36
Tabel 4.4	ANOVA profil pengaruh temperatur, pH, dan jenis asam terhadap kekerasan <i>curd</i>	39
Tabel A.1	<i>Setting</i> pada <i>texture analyzer</i> untuk analisis kekerasan pada <i>curd</i>	53
Tabel C.1	Hasil analisa <i>total solid curd</i>	67
Tabel C.2	Hasil analisa <i>total solid whey</i>	67
Tabel C.3	Hasil analisa perolehan <i>whey</i>	68
Tabel C.4	Hasil analisa kadar protein <i>whey</i>	69
Tabel C.5	Hasil analisa kekerasan <i>curd</i>	69



INTISARI

Susu merupakan salah satu sumber nutrisi kaya protein yang paling sering dikonsumsi manusia; terdapat dua jenis protein pada susu, yaitu kasein dan *whey*. Pada proses pembuatan keju, protein dengan jenis *whey* tidak digunakan dan menjadi limbah. Namun, penelitian menunjukkan bahwa *whey* memiliki banyak kandungan nutrisi sehingga dapat dimanfaatkan lebih jauh. *Whey* memiliki 5% (b/v) laktosa, 1% (b/v) protein, 1% (b/v) garam mineral, dan 0,7% (b/v) abu. *Whey* dapat diproses lebih lanjut menjadi *Whey Protein Concentrate (WPC)*, *Whey Protein Isolate (WPI)*, *Whey Powder*, *Single Cell Protein (SCP)*, dan sebagainya.

Pemisahan *whey* dari susu dilakukan dengan memberikan perlakuan asam menggunakan asam asetat dan asam sitrat dan perlakuan panas pada temperatur 30-60°C selama 1 jam. Penambahan asam dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi larutan asam yang digunakan sehingga diperoleh pH larutan setelah pencampuran sebesar 4; 4,5; 5; 5,5; dan 6. Setelah kasein terkoagulasi, *whey* yang terbentuk dipisahkan dengan filtrasi vakum menggunakan corong *Buchner*. Filtrat hasil filtrasi merupakan produk *whey* yang dimaksud. Optimasi kondisi pemisahan *whey* dari susu dilakukan menggunakan *Response Surface Methods* dengan rancangan percobaan *Miscellaneous Pentagonal Design*. Variabel yang diamati berupa jenis asam, pH larutan, dan temperatur koagulasi dengan respon berupa perolehan (metode gravimetri), kadar protein (*Foss Kjeldahl*), *total solid* (gravimetri) *whey* sebagai produk, serta kekerasan *curd* (*texture analyzer*) sebagai produk samping.

Hasil penelitian menunjukkan baik asam asetat maupun asam sitrat dapat mengkoagulasi kasein dengan baik; tidak terlihat perbedaan yang signifikan pada *whey* yang dihasilkan dari kedua jenis asam ini. Pemisahan *whey* dari susu dapat dilakukan pada rentang pH 4-5,5, sedangkan pada pH 6 tidak terbentuk *curd*. Temperatur menjadi variasi yang paling signifikan pada pemisahan *whey* karena mempengaruhi seluruh respon yang diamati. Hasil yang didapat adalah perolehan *whey* sebesar 27,2-38,5% , *total solid* *whey* sebesar 4-5% , kadar protein *whey* sebesar 0,37-1,3% , dan kekerasan *curd* sebesar 402-1625,5 g. Kondisi optimum pemisahan *whey* dapat dicapai dengan variasi temperatur sebesar 60°C, pH larutan sebesar 5,1, dan penggunaan asam asetat sebagai koagulan.

Kata kunci : *whey*, pemisahan *whey*, koagulasi kasein, susu



ABSTRACT

Milk is a source of protein that human most commonly consumed; there are two types of milk protein, casein and whey. In the cheese making process, whey protein are not used and become waste. However, research shows that whey has a lot of nutrient content so that it can be exploited further. Whey contains 5% (w/v) of lactose, 1% (w/v) of protein, 1% (w/v) of mineral salts, and 0.7% (w/v) of ash. Whey can be further processed into Whey Protein Concentrate (WPC), Whey Protein Isolate (WPI), Whey Powder, Single Cell Protein (SCP), and etc.

Separation of whey from milk is done by giving the acid treatment by the use of acetic acid and citric acid and heat treatment at a temperature of 30-60 ° C for 1 hour. The addition of acid is done by varying the concentration of the acid so that the pH of the solution equal to 4; 4.5; 5; 5.5; and 6. After the casein is coagulated, whey is separated by vacuum filtration using a Buchner funnel, whey produced as a filtrate. Optimization of the conditions of the milk whey separation was performed using Response Surface Methods with Design Pentagonal Miscellaneous experimental design. The observed variables such as the type of acid, pH, and temperature coagulation with a response of yield (gravimetric method), protein content (Foss Kjeldahl), total solids (gravimetric) of whey as an ingredient, and curd hardness (texture analyzer) as a byproduct.

The results showed both acetic acid and citric acid casein can coagulated casein. No significant differences in the whey produced from these two types of acids. Whey separation from milk can be carried out at range of pH from 4 to 5.5, while at pH 6 curd is not formed. Temperatures become the most significant variations in the separation of whey because it affects all response that is observed. The result show whey yield of 27.2 to 38.5%, whey total solid by 4-5%, whey protein content of 0.37 to 1.3%, and curd hardness of 402 to 1625.5 g. The optimum conditions of whey separation can be achieved with a temperature variation of 60°C, pH of 5.1, and the use of acetic acid as a coagulant.

Keywords: whey, whey separation, coagulation of casein, milk



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Susu merupakan salah satu sumber nutrisi yang paling sering dikonsumsi oleh manusia, baik bayi maupun orang dewasa. Hal ini disebabkan karena susu sangat mudah didapat dan harganya yang tergolong cukup terjangkau. Produksi susu secara global pada tahun 2015 mencapai 800,7 juta ton (FAO, 2015a); yang diproduksi dari sapi, kerbau, kambing, domba, unta, dan sebagainya. Namun produksi utama susu berasal dari sapi, sekitar 85% (FAO, 2015b). Sapi menjadi sumber produksi utama susu karena hewan tersebut mudah ditanakkan dan dapat memproduksi susu lebih banyak dibanding hewan lainnya. Di Indonesia yang paling banyak digunakan sebagai sapi perah adalah sapi peranakan *Friesian Holstein*.

Sebagian besar susu dikonsumsi dalam bentuk cairan, sebesar 42,9%; sisanya diolah menjadi produk lain seperti dijabarkan pada Tabel 1.1; dapat dilihat bahwa selain untuk dikonsumsi langsung, susu paling banyak dikonsumsi dalam bentuk keju.

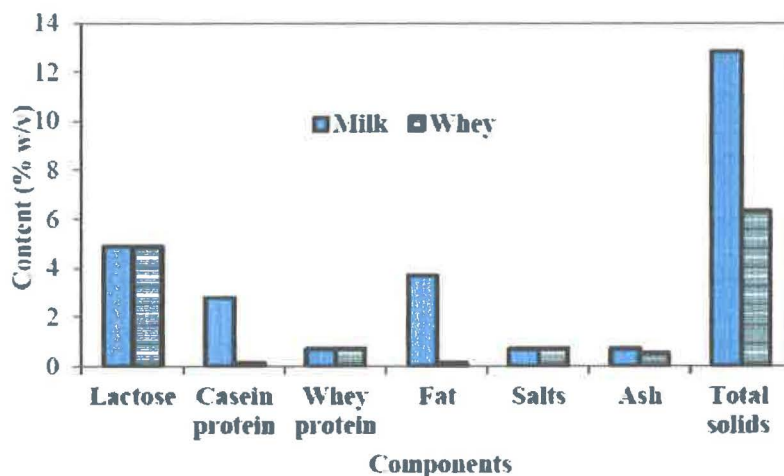
Tabel 1.1 Produksi olahan susu (FAO, 2015b)

Produk Olahan	Produksi (%)
Susu cair	42,9
Keju	25,2
Butter	23,1
Susu skim bubuk	5,1
Susu bubuk	3,7

Keju merupakan salah satu produk olahan susu yang dibuat dengan destabilisasi emulsi pada susu sehingga didapatkan kasein dan lemak yang terpisah dari *whey protein*. Proses destabilisasi dapat dilakukan dengan berbagai cara, dengan penambahan enzim, perlakuan asam, ataupun perlakuan panas. Pada produksi keju pada umumnya destabilisasi emulsi susu menggunakan campuran asam dan enzim rennet. Gabungan dari kasein dan lemak, biasa disebut *curd*, biasanya di-*treatment* kembali menggunakan bahan tambahan lain untuk mendapatkan tekstur dan rasa yang diinginkan. Pada produksi keju dihasilkan limbah berupa *whey* yang dihasilkan pada proses koagulasi kasein. Limbah yang

diproduksi berupa cairan dan berjumlah sangat banyak; sebesar 180-190 juta ton per tahun (Mollea *et al.*, 2003). Selain jumlah yang sangat besar, limbah *whey* memiliki tingkat *Biological Oxygen Demand (BOD)* sebesar 27-60 g.L⁻¹ dan *Chemical Oxygen Demand (COD)* sebesar 50-102 g.L⁻¹ (Guimarães *et al.*, 2010; Prazers *et al.*, 2012; Carvalho *et al.*, 2013). Tingkat *BOD* dan *COD* dari limbah produksi keju tersebut sangat tinggi bila dibandingkan dengan peraturan yang berlaku. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, batas *BOD* yang diijinkan adalah 12 mg.L⁻¹ dan batas *COD* adalah 100 mg.L⁻¹. Hal ini menyebabkan permasalahan pada pengelolaan limbah *whey* tersebut. Pembuangan limbah pada saluran pembuangan air akan menyebabkan terganggunya proses biologi pada lingkungan air tersebut; di lain pihak, pembuangan pada lahan kosong akan menyebabkan berkurangnya kesuburan tanah. Beberapa penelitian terhadap limbah *whey* tersebut menunjukkan bahwa ternyata *whey* memiliki banyak manfaat sehingga tidak perlu dibuang sebagai limbah.

Whey memiliki 20% kandungan protein pada susu yang kemudian disebut dengan *whey* protein. Perbandingan komposisi susu dan *whey* ditampilkan pada **Gambar 1.1**. Seluruh kandungan laktosa pada susu terdapat pada *whey* sedangkan hampir seluruh kandungan lemak terbawa oleh kasein. Hal ini menyebabkan *whey* baik dikonsumsi bagi orang yang membutuhkan energi dan protein tinggi dengan kadar lemak yang rendah, contohnya untuk memperbesar massa otot dan mengurangi berat badan.



Gambar 1.1 Perbandingan komposisi susu dan *whey* (Yadav *et al.*, 2015)

Whey dapat diproses lebih lanjut untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku proses produksi lain menggunakan 2 metode, yaitu proses langsung dan bioteknologi. Pada proses

langsung digunakan perlakuan fisik atau panas sehingga menghasilkan *Whey Protein Concentrate (WPC)*, *Whey Protein Isolate (WPI)*, dan *Whey Powder*. Pada proses bioteknologi digunakan mikroba atau enzim sehingga dihasilkan asam organik, *Single Cell Protein (SCP)*, karotenoid, dan sebagainya (Kosseva *et al.*, 2009).

Pemisahan *whey* menggunakan asam akan menghasilkan *whey* berjenis *acid whey*. Selain itu akan dihasilkan pula *curd* yang dapat diproses menjadi olahan lain seperti keju. Keju yang biasanya dihasilkan melalui pemisahan hanya menggunakan asam adalah keju *cottage*. Keju ini memiliki tekstur seperti selai dan biasanya dimanfaatkan sebagai bahan untuk memasak. Walaupun memiliki peluang yang besar, tetapi pemanfaatan *whey* di Indonesia belum maksimal bila dibandingkan dengan produk olahan susu lainnya. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan kajian terhadap pemisahan *whey* dari susu menggunakan asam dan panas sehingga diperoleh *whey* dengan kandungan protein yang tinggi.

1.2 Tema Sentral Masalah

Pada penelitian ini akan dilakukan kajian terhadap pemisahan *whey* dari susu. Tahap pertama penelitian merupakan koagulasi yang dilakukan dengan memberikan perlakuan asam dan termal pada susu. Terdapat dua jenis asam yang digunakan, yaitu asam asetat dan asam sitrat. Penambahan asam yang bertujuan untuk menurunkan pH susu hingga mendekati pH isoelektrik kasein ini dilakukan dengan konsentrasi yang berbeda-beda agar didapatkan pH larutan setelah pencampuran bervariasi antara 4-6. Pemberian panas dilakukan dengan bervariasi temperatur pada 30-60°C. Pada tahap koagulasi ini akan didapatkan *curd* pada lapisan atas dan *whey* pada lapisan bawah. Tahap selanjutnya merupakan filtrasi secara vakum; filtrat yang diperoleh merupakan produk *whey* yang diinginkan. Respon yang diamati berupa perolehan, *Total Solid (TS)*, dan kadar protein dari *whey* serta kekerasan *curd*.

1.3 Identifikasi Masalah

Berdasarkan tema sentral masalah, beberapa masalah yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh jenis asam yang ditambahkan pada tahap koagulasi terhadap perolehan, kadar protein dan *Total Solid (TS)* dari *whey* dan kekerasan *curd*?

2. Bagaimana pengaruh pH larutan pada tahap koagulasi terhadap perolehan, kadar protein dan *Total Solid (TS)* dari *whey* dan kekerasan *curd*?
3. Bagaimana pengaruh temperatur pada tahap koagulasi terhadap perolehan, kadar protein dan *Total Solid (TS)* dari *whey* dan kekerasan *curd*?
4. Apakah terjadi interaksi antara jenis asam, pH larutan, dan temperatur pada tahap koagulasi terhadap perolehan, kadar protein dan *Total Solid (TS)* dari *whey* dan kekerasan *curd*?

1.4 Premis

Berdasarkan uji literatur, beberapa penelitian yang telah dilakukan menyangkut pemisahan *whey* disajikan pada **Tabel 1.2**.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang dapat disusun berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan adalah:

1. Jenis asam tidak terlalu berpengaruh pada pemisahan *whey* selama asam tersebut dapat mencapai pH yang dibutuhkan untuk koagulasi (Singh *et al.*, 1996).
2. Penurunan pH susu hingga mendekati pH isoelektrik kasein akan menyebabkan kasein terkoagulasi. Semakin mendekati pH isoelektrik kasein maka semakin banyak kasein yang terpisah dari *whey* (Belitz *et al.*, 2009).
3. Pemisahan *whey* akan semakin cepat seiring meningkatnya temperatur. Hal ini disebabkan karena molekul asam amino pada kasein menjadi semakin reaktif sehingga terjadi ikatan inter dan intra molekular pada kasein (Singh, 1995).
4. Terdapat interaksi antara temperatur dan pH, dimana peningkatan temperatur akan menyebabkan penurunan pH akibat semakin banyaknya ion H^+ yang terdisosiasi dari asam yang ditambahkan (Walstra *et al.*, 2006).

1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mempelajari pengaruh jenis asam, pH larutan, serta temperatur pada tahap koagulasi terhadap respon yang diamati.
2. Mempelajari interaksi antara jenis asam, pH larutan, dan temperatur terhadap respon yang diamati.

3. Menentukan kondisi optimum pada pemisahan *whey* dari susu.
4. Memperkenalkan potensi *whey* sebagai produk olahan susu baru yang lebih murah serta memiliki banyak manfaat bagi manusia.

1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Bagi mahasiswa, bermanfaat untuk:
 - a. mempelajari pengaruh jenis asam, pH larutan, dan temperatur pada pemisahan *whey*.
 - b. mempelajari kondisi optimum pada pemisahan *whey*.
2. Bagi masyarakat : memperkenalkan *whey* dan manfaatnya untuk kesehatan terutama bagi penderita alergi kasein susu dan kanker, serta untuk menurunkan berat badan dan memperbesar massa otot.
3. Bagi industri : membuka peluang usaha dengan memanfaatkan *whey* yang semula merupakan limbah menjadi produk yang dapat dijual.

Tabel 1.2 Premis Koagulasi Kasein Susu

Peneliti	Bahan Baku	Pre-treatment	Koagulasi	Separasi	Hasil
A	Whey Protein Concentrated (WPC 392)	<ul style="list-style-type: none"> -Pelarutan WPC dalam air distilasi (variasi konsentrasi WPC2-6% (wt/wt); pada suhu 50-60°C; dengan pengadukan) -Penambahan larutan dengan minyak bunga matahari 10% wt/wt -Pemanasan larutan (60°C; pengadukan menggunakan disperser pada kecepatan 13.500 rev/min; 2 menit) -Homogenisasi (homogenizer dua tahap) -Penetralan menggunakan larutan NaOH 1 M hingga diperoleh pH 7 	<p>Pengadukan 1 mL larutan yang ditempatkan dalam <i>glass tube</i> yang dilengkapi dengan <i>silicon oil bath</i>, (8 rev/min, 140°C)</p>	<p>Sentrifugasi (kecepatan 45.000 g; 60 menit; 20°C) sehingga didapatkan fasa cair dan <i>cream layer</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> -Konsentrasi WPC mempengaruhi stabilitas terhadap panas -Konsentrasi WPC2% memiliki HCT (waktu ketika mulai terbentuk gumpalan pada sampel) sebesar 12 menit, sedangkan konsentrasi WPC > 4% memberikan nilai HCT <1 menit -Semakin besar konsentrasi WPC, kadar protein (metode Kjeldahl) pada fasa cair akan meningkat secara cepat, sedangkan kadar protein pada <i>cream layer</i> meningkat secara perlahan
B	Susu bubuk (kasein 2,7% wt)	<ul style="list-style-type: none"> -Pelarutan susu bubuk dalam air distilasi hingga memiliki konsentrasi 10% wt. -Penyimpanan secara bertahap (temperatur ruang pada 1,5 jam pertama; 40°C pada 1,5 jam selanjutnya) 	<p>Koagulasi dengan 50 mL asam sulfat 0,5 M, (variasi waktu pengasaman 1-16 menit)</p>	<p>Presipitasi pada 40-50°C (variasi waktu presipitasi 1-24 menit) dan pengadukan (variasi kecepatan pengadukan 500 rpm; 750 rpm)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Partikel kasein berukuran 1,1-5 mm; semakin kecil pada durasi pengasaman yang lama, pengadukan yang cepat, serta temperatur dan pH rendah -Kadar kalsium sebesar 75% dan kadar fosfat 85% pada supernatan -Kandungan kalsium dan fosfat di supernatan paling banyak pada pH 5,1; tidak terjadi perubahan signifikan pada pH > 5,1

Keterangan:

A : Esra Çakır-Fuller, 2012

B : Hofland *et al.*, 2003

Tabel 1.2 Premis Koagulasi Kasein Susu (*Lanjutan*)

Peneliti	Bahan Baku	Pre-treatment	Koagulasi	Separasi	Hasil
C	Susu skim bubuk	<ul style="list-style-type: none"> - Pelarutan (variasi konsentrasi larutan 8,01% TS (A); 11,15% TS (B); 11,10% TS (C)) - Pemanasan (10 menit, variasi temperatur 85°C; 90°C; 95°C) 	Koagulasi dengan GDL selama 240 menit (variasi konsentrasi GDL 0,5-3% dan variasi temperatur 25-35°C)		<ul style="list-style-type: none"> - Kadar protein pada susu 0,39015–0,5605% yang memiliki kandungan terbesar adalah sampel B yang tidak dipanaskan - pH akhir sebesar 3,31–4,98, yang paling besar adalah pH pada sampel B - Semakin besar konsentrasi GDL dan semakin tinggi temperatur, pH semakin rendah
D	<i>Cheese whey</i>		Variasi metode koagulasi : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Penggaraman (ammonium sulfat 79 g.L⁻¹, 20°C, 2 jam) ▪ Acetone precipitation (aseton 250 ml. L⁻¹, 20°C, 2 jam) ▪ Pengasaman (HCL 4M, 60°C, 2 jam) ▪ Pemanasan (75°C, 1 jam) ▪ <i>Freeze drying</i> lipifilisasi (dehidrasi, 20°C, 24 jam) ▪ Ultrafiltrasi (membran keramik, 32°C, 6,5 jam) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sentrifugasi (13.000 g, 15 menit) - Dialisis (membran berpori 10.000 dalton) - Filtrasi (kertas saring nitroselulosa) - Padatan yang tertinggal di kertas saring dikeringkan (oven, 75°C, 24 jam) 	<ul style="list-style-type: none"> - Kadar protein 20,23-35,44 % - Metode yang menghasilkan kadar protein paling banyak adalah ultrafiltrasi - Metode yang menghasilkan kadar protein paling sedikit adalah <i>freeze drying</i> hipofilisasi

Keterangan:

C :Fetahagicet *et al.*, 2002

D : Jimenez *et al.*, 2012

Tabel 1.2 Premis Koagulasi Kasein Susu (*Lanjutan*)

Peneliti	Bahan Baku	Pre-treatment	Koagulasi	Separasi	Hasil
E	Susu segar	Pendinginan (15°C)	<ul style="list-style-type: none"> - Koagulasi dengan asam (variasi jenis asam dengan asam laktat dan HCL) - Inkubasi (3 jam) 	Sentrifugasi (2,000-3,000 rpm) Pencucian curd secara bertahap : 1. air distilasi, 2. alkohol 3. eter	<ul style="list-style-type: none"> - Kadar abu pada <i>curd</i> yang dihasilkan berkisar antara 0,05-0,015% - Kadar fosfat pada <i>curd</i> yang dihasilkan 0,8 % - Tidak terdapat kalsium pada <i>curd</i> - Dibutuhkan 90 cc asam laktat dan 75 cc HCl untuk mengkoagulasi seluruh kasein pada 1 liter susu
F	Susu skim	<ul style="list-style-type: none"> - Pemanasan dengan <i>temperature-controlled water bath</i> (5 menit, variasi temperatur 70-90°C) - Pendinginan (20°C), - Penambahan sodium azide 0,02% v/v 	<ul style="list-style-type: none"> - Koagulasi dengan GDL pada 22°C - Inkubasi (5°C, 72 jam) 	Sentrifugasi (8.000 g, 90 menit)	<ul style="list-style-type: none"> - Konsentrasi kasein paling tinggi pada pH 5-6 - Kasein yang terpresipitat lebih banyak pada susu yang dipanaskan - Kasein yang terpresipitat lebih banyak pada pengasaman yang disertai inkubasi

E : Van Slyke dan Baker, 1918

F : Singh *et al.*, 1995