

**KUALITAS FISIK DAN KIMIA KEJU ASAL SUSU SKIM DENGAN  
PENAMBAHAN GETAH TANAMAN BIDURI  
(*Calotropis gigantea*) PADA LEVEL YANG BERBEDA**

**Skripsi  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
guna memperoleh derajat Sarjana Peternakan  
di Fakultas Pertanian  
Universitas Sebelas Maret**

**Jurusan/Program Studi Peternakan**



Oleh :

**Thomas Lazarus Margoutomo T.**

**H 0507075**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2012**

*commit to user*

**KUALITAS FISIK DAN KIMIA KEJU ASAL SUSU SKIM DENGAN  
PENAMBAHAN GETAH TANAMAN BIDURI  
(*Calotropis gigantea*) PADA LEVEL YANG BERBEDA**

**Jurusan/Program Studi Peternakan**



Oleh :

**Thomas Lazarus Margoutomo T.**

**H 0507058**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

**SURAKARTA**  
*commit to user*  
**2012**

**KUALITAS FISIK DAN KIMIA KEJU ASAL SUSU SKIM DENGAN  
PENAMBAHAN GETAH TANAMAN BIDURI  
(*Calotropis gigantea*) PADA LEVEL YANG BERBEDA**

**Yang dipersiapkan dan disusun oleh:  
Thomas Lazarus Margoutomo T.  
H0507075**

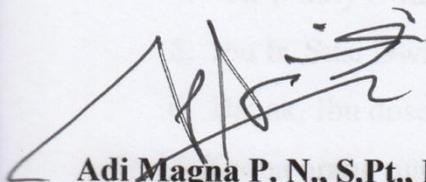
**telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal: 23 Juli 2012  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Susunan tim penguji**

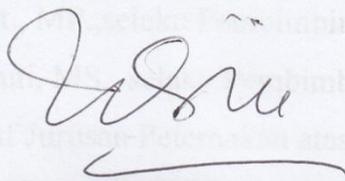
**Ketua**

**Anggota I**

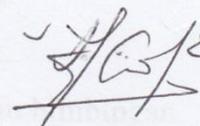
**Anggota II**



**Adi Magna P. N., S.Pt., MP.**  
NIP. 19671104 199903 1 001



**Winny Swastike, S.Pt., MP.**  
NIP. 19800807 200604 2 042



**Ir. Susi Dwi Widyawati, MS.**  
NIP. 196103131 198502 2 001

**Surakarta, Juli 2012**

**Mengetahui**

**Universitas Sebelas Maret  
Fakultas Pertanian**

**Dekan**



**Prof. Dr. Ir. Bambang Pujiasmanto, MS**  
NIP. 19560225 198601 1 001

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami haturkan pada Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan nikmat yang penulis dapatkan, sehingga pada kesempatan kali ini penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Kualitas Fisik dan Kimia Keju asal Susu Skim dengan Penambahan Getah Tanaman Biduri (*Calotropis gigantea*) pada Level yang Berbeda.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, tidaklah mungkin skripsi ini dapat terselesaikan pada saat ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Pudjiasmanto, MS., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Ir. Sudyono, MS., selaku Ketua Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Bapak Adi Magna P. N., S.Pt., MP., selaku Pembimbing Utama.
4. Ibu Winny Swastike, S.Pt., MP., selaku Pembimbing Pendamping.
5. Ibu Ir. Susi Dwi Widyastuti, MS., selaku Pembimbing Akademik.
6. Bapak, Ibu dosen dan Staf Jurusan Peternakan atas pengajaran dan bimbingan.
7. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan segalanya.
8. Teman-temanku yang selalu memberi semangat, bantuan dan doa.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna bagi kita semua.

Surakarta, Juli 2012

Penulis

*commit to user*

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>RINGKASAN</b> .....	ix
<b>SUMMARY</b> .....	xi
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
A. Susu Skim .....	5
B. Keju .....	5
C. <i>Rennet</i> .....	6
D. Biduri .....	7
E. Kualitas Fisik dan Kimia Keju .....	9
HIPOTESIS .....	12
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	13
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	13
B. Bahan dan Alat Penelitian .....	13
C. Persiapan Penelitian .....	14
D. Penelitian .....	15
E. Perancangan Penelitian dan Analisis Data .....	18
<b>III. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	20
A. Kadar Air .....	20
B. Kadar Lemak .....	21
C. Kadar Protein .....	22
D. Kadar Bahan Kering .....	24
E. Berat <i>Curd</i> .....	24
F. Rendemen <i>Curd</i> .....	25
<b>III. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	27
A. Kesimpulan .....	27
B. Saran .....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	28
<b>LAMPIRAN</b> .....	31

**DAFTAR TABEL**

Nomor	Judul	Halaman
1	Rerata dan Standar Deviasi Kadar Air Keju Susu Skim.....	20
2	Rerata dan Standar Deviasi Kadar Lemak Keju Susu Skim.....	21
3	Rerata dan Standar Deviasi Kadar Protein Keju Susu Skim .....	22
4	Rerata dan Standar Deviasi Kadar Bahan Kering Keju Susu Skim.....	24
5	Rerata dan Standar Deviasi Berat <i>Curd</i> Keju Susu Skim.....	24
6	Rerata dan Standar Deviasi Rendemen <i>Curd</i> Keju Susu Skim .....	25



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman	Judul
1	Proses Pembuatan <i>Rennet</i> .....	15
2	Proses Pengeringan Getah Biduri .....	15
3	Proses Pembuatan Keju .....	16



*commit to user*

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1	Hasil Uji Statistik Dunnet dari Kadar Air Hasil Penelitian .....	32
2	Hasil Uji Statistik Dunnet dari Kadar Lemak Hasil Penelitian.....	33
3	Hasil Uji Statistik Dunnet dari Kadar Protein Hasil Penelitian.....	34
4	Hasil Uji Statistik Dunnet dari Kadar Bahan Kering Hasil Penelitian .....	35
5	Hasil Uji Statistik Dunnet dari Berat <i>Curd</i> Hasil Penelitian .....	36
6	Hasil Uji Statistik Dunnet dari Rendemen <i>Curd</i> Hasil Penelitian.....	37
7	Uji Aktivitas Enzim Protease Biduri dan <i>Rennet</i> .....	38
8	Foto Penelitian.....	39
9	Surat Keterangan Pelaksanaan Penelitian.....	40

*commit to user*

**KUALITAS FISIK DAN KIMIA KEJU ASAL SUSU SKIM  
DENGAN PENAMBAHAN GETAH TANAMAN BIDURI  
(*Calotropis gigantea*) PADA LEVEL YANG BERBEDA**

**Thomas Lazarus Margoutomo T.**

**H 0507075**

**RINGKASAN**

Susu skim merupakan susu tinggi protein. Prinsip pembuatan keju dengan menggumpalkan protein, protein dapat digumpalkan oleh karena kinerja enzim protease. Enzim protease yang sering digunakan adalah rennet akan tetapi *rennet* harganya sangat mahal, sehingga perlu adanya pengganti *rennet*. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai pengganti *rennet* adalah getah biduri (*Calotropis gigantea*). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh level penggunaan getah biduri terhadap kualitas fisik dan kimia keju susu skim.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan keju adalah *rennet*, getah biduri dan susu skim. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 kali ulangan. Empat macam perlakuan dalam penelitian ini yaitu P0 (penambahan *rennet* 0,02% and  $\text{CaCO}_3$  0,01%), P1 (penambahan getah biduri 0,015% dan  $\text{CaCO}_3$  0,01%), P2 (penambahan getah biduri 0,02%, dan  $\text{CaCO}_3$  0,01%) dan P3 (penambahan getah biduri 0,025% dan  $\text{CaCO}_3$  0,01 %). Peubah yang diukur adalah kadar air, kadar lemak, kadar protein, bahan kering, berat *curd* dan rendemen *curd*.

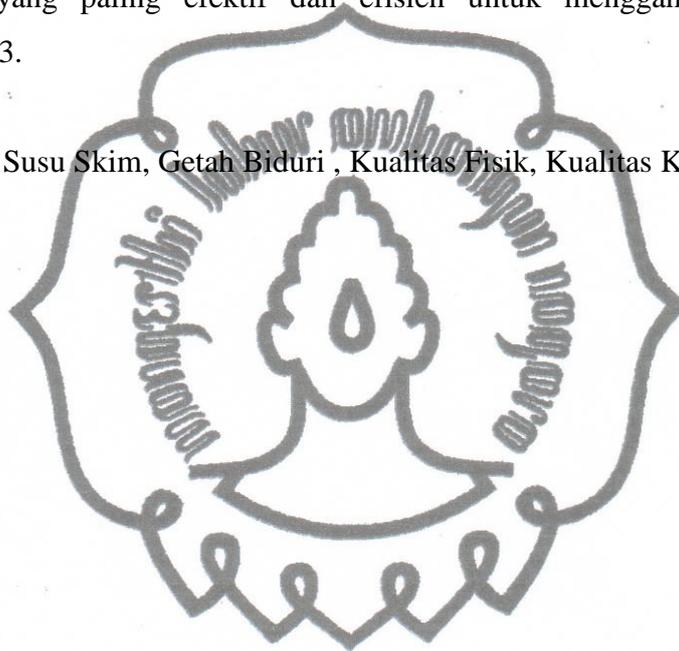
Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa penggunaan getah biduri pada level 0,015% berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap kadar protein, kadar lemak, berat *curd* dan rendemen *curd* keju susu skim. Penggunaan getah biduri pada level 0,02% berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap berat *curd* dan rendemen *curd* keju susu skim. Penggunaan getah biduri pada level 0,025%

*commit to user*

berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap berat *curd* dan rendemen *curd* keju susu skim.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pada uji kualitas kimia menunjukkan bahwa perlakuan P2 dan P3 setara dengan P0, dan perlakuan yang paling efektif dan efisien untuk menggantikan P0 adalah perlakuan P2. Pada uji kualitas fisik menunjukkan bahwa perlakuan P1, P2 dan P3 lebih baik daripada P0, dan perlakuan yang paling efektif dan efisien untuk menggantikan P0 adalah perlakuan P3.

Kata kunci: Susu Skim, Getah Biduri, Kualitas Fisik, Kualitas Kimia, Keju.



**THE PHYSICAL QUALITY AND CHEMISTRY OF SKIM MILK  
CHEESE WITH ADDITION BIDURI LATEX (*Calotropis Gigantea*) ON A  
DIFFERENT LEVEL**

**Thomas Lazarus Margoutomo T.**

**H 0507075**

**SUMMARY**

Skim milk was a high protein milk. The principle of making cheese with crumple protein, the protein could be coagulated by the due to performance of the protease enzyme. Such of protease enzyme that made from biduri latex (*Calotropis gigantea*). The aimed of this research was to know the effect of used level biduri latex to physical quality and chemistry skim milk cheese.

Materials used for this research were cheese made from rennet, biduri latex and skim milk. This research used Completely Randomized Design (CRD) method by 4 treatment and 4 time repetition. Four treatment was P0 (rennet 0,02% and CaCO<sub>3</sub> 0,01%), P1 (biduri latex 0,015% and CaCO<sub>3</sub> 0,01%), P2 (biduri latex 0,02%, and CaCO<sub>3</sub> 0,01%) and P3 (biduri latex 0,025% and CaCO<sub>3</sub> 0,01%). The observed variable was moisture content, fat content, protein content, dry matter, weight curd and curd yield.

The results of analysis variance indicated that addition of 0,015% biduri latex on cheesemaking had a highly significant effect ( $P < 0,01$ ) on protein content, fat content, weight curd and curd yield of skim milk cheese. Addition of 0,02% biduri latex on cheesemaking had a highly significant effect ( $P < 0,01$ ) on weight curd and curd yield of skim milk cheese. Addition of 0,025% biduri latex on cheesemaking had a highly significant effect ( $P < 0,01$ ) on weight curd and curd yield.

The conclusion on the chemical quality test of this research showed that P2 and P3 treatment were equivalent P0 treatment, and most effective and efficient of the treatment to replace P0 treatment was P2 treatment. On the

physical quality test showed that the P1, P2 and P3 treatment were better than P0 treatment, and most effective and efficient of the treatment to replace P0 treatment was P3 treatment.

Keyword: Skim Milk, Biduri Latex, Physical Quality, Chemistry Quality, Cheese.



## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Susu beserta produk-produk olahan susu merupakan salah satu bahan kebutuhan pokok di negara maju. Semakin tinggi tingkat kehidupan dan kesejahteraan suatu bangsa, akan semakin besar pula tingkat konsumsi susu dan produk-produk olahan susu. Suatu kenyataan bahwa bangsa-bangsa di negara belum berkembang tidaklah mempergunakan susu sebagai bahan pangan mereka.

Susu skim adalah susu yang banyak mengandung protein karena sudah diambil lemaknya dan mempunyai berat jenis yang tinggi karena banyak mengandung protein. Protein merupakan komponen susu yang terdiri atas tiga macam protein utama, yaitu *casein*, *lactalbumin*, dan *lactoglobulin*. Total protein susu berupa *casein* yang disintesis dalam kelenjar susu kurang lebih 80-85% (Mukhtar, 2006).

Susu skim telah dipisahkan dari lemak, besarnya kandungan lemak tinggal 0,1 sampai 0,5%, bahan kering tanpa lemak tidak kurang dari 8,0 sampai 9,0%. Susu skim biasanya dikonsumsi oleh konsumen yang membutuhkan susu yang rendah kalori. Susu skim mengandung semua zat makanan dari susu kecuali lemak dan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak dan komposisinya sebagai berikut; air 90,4%; protein 3,7%; lemak 0,10%; laktosa 5%; dan abu 0,8% (Buckle *et al.*, 1987).

Keju merupakan salah satu produk olahan susu yang memiliki kandungan protein yang tinggi (15%) serta dapat dikonsumsi bersama bahan pangan yang lain, misalnya roti. Keju dibuat dari dadih susu yang dipisahkan, yang diperoleh dengan penggumpalan bagian *casein* dari susu atau susu skim. Penggumpalan ini terjadi dengan adanya *rennet* (enzim protease) atau dengan meningkatkan keasaman susu melalui fermentasi asam laktat, atau dengan kombinasi kedua teknik ini. Susu skim dapat digunakan oleh orang yang menginginkan nilai kalori rendah di dalam makanannya, karena susu skim

*commit to user*

hanya mengandung 55% dari seluruh energi susu, dan susu skim digunakan dalam pembuatan keju dengan lemak rendah (Buckle *et al.*, 1987).

Kendala utama yang dihadapi pada pembuatan keju dalam skala industri adalah ketersediaan *rennet* sebagai koagulan keju yang semakin terbatas, sehingga harga *rennet* menjadi cukup mahal (Susriani, 1995). Keterbatasan *rennet* tersebut telah mendorong dilakukannya penelitian-penelitian untuk mengganti sumber *rennet* yang cocok, baik berasal dari hewan, tumbuhan, maupun mikroba.

*Rennet* ialah ekstrak abomasum anak sapi atau mamalia yang belum disapih, sedangkan *rennin* adalah enzim yang terdapat dalam *rennet*. *Rennin* termasuk enzim protease asam, yaitu enzim yang mempunyai sisi aktif pada dua gugus karboksil. *Rennet* juga mengandung enzim protease lain selain *rennin* yaitu *pepsin* (Koswara, 2011). *Rennin* juga jauh lebih baik dalam menggumpalkan kasein susu dibanding dengan *pepsin*, peranan *rennin* pada hakikatnya adalah untuk memecahkan ikatan peptida (Winarno, 1986). *Rennet* dapat menghidrolisis struktur koloidal dari *kappa casein* sehingga dapat menghidrolisis *casein*.

Salah satu alternatif yang kini akan dijajaki adalah penggunaan enzim protease yang terkandung dalam getah biduri (*Calotropis gigantea*) sebagai koagulan keju. Tanaman biduri merupakan semak tegak yang umumnya tumbuh di musim kemarau pada lahan-lahan kering, termasuk tumbuhan tahunan dengan tinggi bisa mencapai 0,5 – 3 m. Helai daun memiliki bentuk bulat telur atau bulat panjang, yang pertulangan daunnya menyirip. Permukaan atas daun berambut putih tersusun rapat ketika muda, sedangkan permukaan bawah tetap berambut tebal putih. Daunnya bertipe tunggal dengan tangkai pendek menempel langsung pada batang yang tersusun berseling (*decusatus*). Bunga bertipe majemuk dalam anak payung yang menempel di ujung batang atau ketiak daun (Aidia, 2010). Tanaman ini banyak mengandung getah (terutama pada jaringan yang masih muda), dan di dalam getah tersebut terkandung salah satunya adalah enzim protease (Murtini *et al.*, 2003).

Getah biduri dapat menghidrolisis *casein*, fibrinogen dan fibrin kasar dengan dosis tertentu (Joshi *et al.*, 2011). Protease biduri mempunyai kemampuan menghidrolisis 59 unit/g *casein* (Witono *et al.*, 2008). Enzim protease biduri merupakan *eksopeptidase* yang memotong ikatan peptida dari sisi luar (Saputri,2011).

Keju *cottage* yang dibuat dari susu penuh mempunyai kandungan lemak 4,3%; protein 13,2%; abu 0,8%; garam 1% dan kadar air 79,2% sedangkan keju *cottage* yang dibuat dari susu skim mempunyai kandungan lemak 0,3%; protein 15%; abu 0,8%; garam 1% dan kadar air 79,5% (Buckle *et al.*, 1987).

Getah tanaman biduri yang mengandung enzim protease diharapkan menjadi solusi alternatif pengganti penggunaan *rennet* sebagai koagulan keju dan dengan penelitian ini dapat diketahui pengaruh penggunaan getah tanaman biduri yang mengandung enzim protease terhadap kualitas fisik dan kimia keju asal susu skim pada level yang berbeda terhadap *rennet*.

## B. Perumusan Masalah

Susu skim mengandung semua zat makanan dari susu kecuali lemak dan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak, kandungan protein dalam susu skim kurang lebih 3,7%. Keju merupakan hasil olahan dari susu yang prinsip pembuatannya dengan menggumpalkan protein. Pembuatan keju biasanya memerlukan *rennet* sebagai koagulan.

*Rennet* biasa digunakan sebagai koagulan keju karena *rennet* dapat memotong ikatan peptida. Ikatan peptida yang terpotong mengakibatkan strukturnya menjadi tidak stabil yang menyebabkan penggumpalan, akan tetapi *rennet* tersedia dalam jumlah terbatas dan harganya cukup mahal, sehingga membutuhkan alternatif penggumpal lain seperti getah tanaman biduri yang mengandung enzim protease. Aktivitas protease biduri yang menghidrolisis *casein* dan memotong ikatan peptida dimungkinkan dapat digunakan untuk menggumpalkan *casein*. Ikatan peptida yang terpotong mengakibatkan perubahan sifat menjadi *irreversible* yang menyebabkan *casein* mengalami penggumpalan yang dimungkinkan dapat terjadi karena

ikatan peptida *casein* pada struktur sekunder, tersier, dan kuartier dipotong oleh protease biduri.

Struktur yang berubah tersebut mengakibatkan terjadinya perubahan kualitas fisik dan kimia keju karena keju yang dibuat dari susu skim terjadi dari *casein* susu skim yang digumpalkan. Adanya kandungan protease pada getah tanaman biduri tersebut dimungkinkan dapat digunakan untuk mengkoagulasikan *casein* dan dapat digunakan sebagai alternatif pengkoagulan keju sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap *rennet* sebagai koagulan keju disamping itu dapat pula membantu peningkatan populasi ternak ruminansia karena permasalahan pemotongan ruminansia yang masih menyusui untuk pembuatan *rennet* yang juga teratasi. Dari permasalahan diatas, penelitian dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh level tertentu pemberian getah tanaman biduri yang mengandung enzim protease terhadap kualitas fisik dan kimia keju asal susu skim dibandingkan dengan *rennet* sebagai penggumpal keju.

### C. Tujuan Penelitian

Sejalan dengan permasalahan yang telah dikemukakan, maka tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh level penggunaan getah tanaman biduri terhadap kualitas fisik dan kimia keju asal susu skim.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Susu Skim

Susu skim adalah bagian susu yang tertinggal sesudah krim diambil sebagian atau seluruhnya. Susu skim mengandung semua zat makanan dari susu kecuali lemak dan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak. Skim milk seharusnya tidak digunakan untuk makanan bayi tanpa adanya pengawasan gizi karena tidak adanya lemak dan vitamin-vitamin yang larut di dalam lemak komposisi susu skim sebagai berikut; air 90,4%; protein 3,7%; lemak 0,10%; laktosa 5%; dan abu 0,8% (Buckle *et al.*, 1987).

Krim dan susu skim dipisahkan dengan alat separator, alat ini bekerja berdasarkan gaya sentrifug. Pemisahan krim dan susu skim dapat terjadi karena kedua bahan tersebut mempunyai bobot jenis yang berbeda. Krim mempunyai bobot jenis rendah karena banyak mengandung lemak sedangkan susu skim mempunyai bobot jenis yang tinggi karena banyak mengandung protein (Hadiwiyoto, 1983).

### B. Keju

Keju pada dasarnya adalah protein susu yang diendapkan. Pembuatan keju tidak dapat dikerjakan dengan separasi melainkan dengan cara penambahan asam misalnya asam laktat, asam klorida atau dengan menambahkan enzim protease misalnya *rennet*, *mucor-rennin*, dan sebagainya. Keju dapat dibuat dari susu penuh atau susu skim (Hadiwiyoto, 1983).

Menurut Daulay (1991), keju adalah produk alami yang dibentuk dengan proses pemekatan selektif dari komponen-komponen susu yang tidak larut dalam air. Panas, asam, garam dan bakteri, secara individual ataupun secara bersama-sama, memegang peranan penting dalam mengubah pekatan komponen tersebut menjadi makanan segar yang akseptabel, atau kemudian dengan bantuan mikroorganisme lain dan enzim-enzim menjadi makanan peraman yang dikenal sebagai keju.

*commit to user*

Pembuatan keju, susu diubah menjadi bahan pangan yang lebih padat, lebih bergizi dan tidak mudah rusak. Terdapat berbagai macam dan jenis keju, tergantung di mana keju itu dibuat, jenis susu yang dipakai, metode pembuatannya dan perlakuan yang digunakan untuk pematangannya. Keju *cottage* yang berasal dari susu skim mempunyai komposisi kadar air 79,5%; lemak 0,3%; protein 15%; abu 1,9% dan garam 1% (Buckle *et al.*, 1987).

### C. *Rennet*

*Rennet* ialah ekstrak abomasum anak sapi yang belum disapih atau *mammalia* lainnya, sedangkan *rennin* adalah enzim yang terdapat dalam *rennet*. *Rennin* termasuk enzim protease asam, yaitu enzim yang mempunyai sisi aktif pada gugus karboksil. *Rennet* juga mengandung enzim protease lain selain *rennin* yaitu *pepsin*. Bila *rennet* ditambahkan pada susu dalam jumlah yang cukup, kecepatan koagulasi maksimum terjadi pada suhu 40 – 42°C. Koagulasi tidak terjadi pada suhu di bawah 10°C atau di atas 60°C. Penggumpalan *casein* paling baik dilakukan pada suhu yang bertepatan dengan terjadinya koagulasi maksimum. Pembentukan koagulum makin cepat dan mutunya makin baik dalam keadaan asam. Keasaman berpengaruh terhadap kestabilan *casein* baik secara langsung maupun tidak langsung dengan cara membebaskan ion kalsium yang terlarut dan membentuk koloid senyawa kompleks (Koswara, 2011).

Menurut Adnan (1984), pengendapan dengan enzim *rennin* berjalan dengan 2 tahap yaitu :

#### 1. Proses enzimatik

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

#### 2. Koagulasi oleh ion Ca

Proses koagulasi ini dapat terjadi dengan baik antara suhu 15-65°C. dari hasil percobaan didapatkan bahwa kecepatan koagulasi maksimum terdapat pada suhu 40-42°C.

Suhu susu untuk penggumpalan sangat kritis bila susu ditambahkan *rennin*. Penggumpalan tidak dapat terjadi pada suhu susu dibawah 15°C dan bila lebih dari 60°C, enzim tidak aktif. Suhu optimum adalah 40°C (Winarno, 1993).

*Rennin* terutama bekerja pada substrat *kappa casein* yang berfungsi sebagai koloid yang merupakan lapisan luar *casein*, sehingga dengan hidrolisis *kappa casein*, *casein* lebih mudah tergumpalkan secara sempurna dengan syarat ion kalsium tersedia dalam larutan tersebut. *Kappacasein* merupakan fosfoprotein yang mengandung 6-10% karbohidrat (galaktosa, galaktosiani, dan asam sialat). Senyawa ini tidak terkoagulasi oleh ion kalsium. Kerja *rennin* dalam *rennet* membentuk glikoprotein yang larut (mengandung 20-30% karbohidrat) dan *para kappa casein* yang mengendap. Ikatan antara glikoprotein dan *paracasein* tidak begitu jelas, tetapi kemungkinan besar dalam bentuk ester atau ikatan peptida. Peranan *rennin* pada hakikatnya memecahkan ikatan tersebut (Winarno, 1986).

#### D. Biduri

Biduri merupakan tumbuhan perdu, berumur menahun, tinggi +/- 2 m. Akar tunggang, batang aerial, berkayu, silindris, warna putih kotor, permukaan halus, percabangan *simpodial* (batang utama tidak tampak jelas). Daun tunggal, tidak bertangkai (*sesilis*), tersusun berhadapan (*folia oposita*), warna hijau keputih-putihan, panjang 8 – 20 cm, lebar 4 - 15 cm, helaian daun agak tebal-tegar, bentuk bulat telur, ujung tumpul (*obtusus*), pangkal berlekuk (*emerginatus*), tepi rata, pertulangan menyirip (*pinnate*), permukaan kasap (*scaber*). Bunga majemuk, bentuk payung (*umbrella*), muncul dari ketiak daun (*axillaris*), bertangkai panjang, kelopak berwarna hijau, mahkota berwarna putih sedikit keunguan, panjang mahkota +/- 4 mm. Buah bumbung (*folliculus*), bulat telur, warna hijau, bentuk dengan biji lonjong, kecil - berwarna coklat. Perbanyakkan secara generatif (biji) (Anonim, 2008).

Klasifikasi tanaman biduri sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae* (Tumbuhan)  
Subkingdom : *Tracheobionta* (Tumbuhan berpembuluh)

Super Divisi : *Spermatophyta* (Menghasilkan biji)  
Divisi : *Magnoliophyta* (Tumbuhan berbunga)  
Kelas : *Magnoliopsida* (berkeping dua / dikotil)  
Sub Kelas : *Asteridae*  
Ordo : *Gentianales*  
Famili : *Asclepiadaceae*  
Genus : *Calotropis*  
Spesies : *Calotropis gigantea*

(Aidia, 2010).

Biduri (*Calotropis gigantea*) merupakan tanaman semak yang tumbuh secara liar pada tanah marginal di daerah tropis. Tanaman ini banyak mengandung getah (terutama pada jaringan yang masih muda), dan di dalam getah tersebut terkandung salah satunya adalah enzim protease. Tanaman sejenis yaitu *Calotropis procera* dapat digunakan sebagai sumber enzim protease. Berdasarkan paradigma kemotaksonomi yang menyatakan bahwa tanaman dari jenis yang sama memiliki kemiripan dalam komposisi kimia, maka tanaman biduri berpeluang sebagai sumber enzim protease (Murtini *et al.*, 2003).

Diantara koagulan-koagulan tanaman yang telah dilaporkan penggunaannya pada pembuatan keju adalah getah dari pohon ara (*Ficus carica*). Ekstrak ini sudah digunakan sejak jaman dahulu ditempat-tempat dimana terdapat pohon ara. Selain itu, masih banyak ekstrak-ekstrak yang berasal dari tanaman yang dapat menggumpalkan susu, akan tetapi, beberapa diantaranya mempunyai aktivitas proteolitik yang terlalu kuat sehingga menimbulkan cita-rasa yang sangat pahit pada keju (Daulay, 1991).

Getah biduri dapat menghidrolisis *casein*, fibrinogen dan fibrin kasar dengan dosis tertentu (Joshi *et.al.*, 2011). Protease biduri mempunyai kemampuan menghidrolisis 59 unit/g *casein*. Protease biduri diekstraksi dari getah dengan menggunakan amonium sulfat 35-80%, didialisis dan kemudian dimurnikan melalui kolom gel Sephadex G-25 yang ada didalam CM Sephadex C-50. PH optimum adalah 7 dan suhu 55° C. Nilai dari Km biduri

yang dianalisis adalah 21,63 g/ml dan reaksi kecepatan maksimal ( $V_{max}$ ) adalah 18,9 mg/ml/menit. Analisis SDS-PAGE (*Sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis*) menunjukkan berat molekul protease adalah 25,2 kD. Selain itu, protease akan tidak aktif pada temperatur 90° C selama 10 menit, atau 60° C selama 30 menit (Witono *et.al.*, 2008).

#### E. Kualitas Fisik dan Kimia Keju

Proses pembentukan keju akan mengakibatkan terbentuknya dua golongan protein yaitu protein menggumpal yang disebut curd yang akan menjadi keju melalui proses pembuatan selanjutnya dan protein terlarut yang disebut whey. Curd adalah gumpal yang terbentuk oleh aktivitas koagulan yaitu campuran enzim yang mempunyai aktivitas proteolitik. Whey merupakan protein yang tidak mengalami presipitasi karena asam, dan mencerminkan sekitar 20% dari total kandungan protein. Whey merupakan hasil samping (by product) dari pembuatan keju (Murti, 2004).

Keju pada dasarnya adalah protein (*casein*) susu yang diendapkan. Rantai *casein* tersusun dari 209 unit asam amino dan pada rantainya terdapat *casein gamma* dan *casein-casein* kecil. Bagian-bagian *casein* yang berbeda dari *casein* ini mudah dilepaskan dari rantai asam amino utama dan kemungkinan berperan sebagai "pool" dari nitrogen non-protein untuk membentuk aroma, cita-rasa dan tubuh dari produk akhir keju (Daulay, 1991).

*Curd* yang didapat kemudian dibungkus dengan kain kasabersih dan dilanjutkan dengan pengepresan. Maksud pengepresan adalah memberikan kekompakan dan bentuk pada keju, disamping itu sisa-sisa whey atau air dapat dikeluarkan/dipisahkan seluruhnya, kemudian dilanjutkan dengan penimbangan *curd* (Hadiwiyoto, 1983). Penyaringan dilakukan dengan kain kasa yang bersih agar *curd* dan whey terpisah, yang diambil hanya *curd*-nya sedangkan whey-nya dibuang (Legowo *et al.*, 2003) jadi semakin tinggi *curd* yang terbentuk semakin berat keju yang dihasilkan.

Adnan (1984) menyatakan bahwa terdapatnya asam akan mempengaruhi pembentukan *curd*, sehingga semakin tinggi kadar asam maka *casein* yang menggumpal semakin besar sehingga *curd* semakin tinggi dan

nilai rendemen semakin tinggi pula. Hal ini disebabkan karena nilai rendemen diperoleh dengan cara membandingkan berat *curd* yang dihasilkan dengan berat susu sapi segar yang digunakan sebagai bahan baku.

Nilai rendemen *curd* yang dinyatakan dalam persen ditentukan dengan cara membandingkan berat *curd* yang dihasilkan dengan berat susu sapi segar yang digunakan sebagai bahan baku. Semakin tinggi nilai rendemen menunjukkan produk yang dihasilkan semakin ekonomis (Sariyanto, 2005). Rendemen yang tinggi akan menghasilkan keju yang berkualitas.

Meski terdapat bermacam-macam jenis keju, pada dasarnya proses pembuatan keju tetap sama dengan menghilangkan air, laktosa, dan beberapa mineral dari susu untuk menghasilkan suatu massa padat protein dan lemak. Bahan-bahan yang diperlukan adalah susu, penggumpal (enzim *rennet*, asam laktat) garam dan bakteri. Pada umumnya rendemen keju yang dihasilkan 10% dari berat susu, artinya dari 10 liter susu dapat dihasilkan 1 kg keju segar (Soekarta, 1990).

Lemak dalam susu merupakan salah satu komponen yang bertanggung jawab terhadap pembentukan cita-rasa, aroma, dan tekstur dari keju. Keju yang dibuat dari susu tanpa lemak biasanya tidak membentuk tekstur yang keras dan tidak menghasilkan cita-rasa tipikal keju yang diharapkan. Keju yang dibuat dari susu tanpa lemak pada umumnya mempunyai tubuh yang kering dengan tekstur keras dan tidak membentuk cita-rasa tipikal keju yang diharapkan. Adanya lemak sebanyak 1% saja dalam susu yang akan digunakan untuk pembuatan dapat memberikan latar belakang pembentukan cita-rasa pada keju yang hilang apabila tidak ada lemak sama sekali. Susu skim yang diperoleh melalui pemisahan krim secara manual masih mengandung lemak 1,0 sampai dengan 1,75% dan dengan demikian beberapa jenis keju yang digunakan dari jenis susu ini dapat membentuk cita-rasa tipikal keju (Daulay, 1991).

Kadar air dapat digunakan untuk menentukan klasifikasi jenis keju. Keju dapat dianggap lunak bila kadar air lebih besar dari 40%, sebagai setengah lunak atau setengah keras dengan kadar air 36-40% atau sebagai keras dengan

kadar air 25-36%, dan sangat keras kalau kadar airnya kurang dari 25%. Keju dapat dimatangkan dengan bakteri, jamur, berbagai gabungan antara bakteri dan jamur, atau dapat juga dibiarkan tanpa dimatangkan (Buckle *et al.*, 1987).



### BAB III MATERI DAN METODE

#### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada November sampai Maret 2012. Pembuatan *rennet* dilaksanakan di Laboratorium Industri Pengolahan Hasil Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Pengeringan getah biduri, pembuatan keju dan analisis fisik keju dilaksanakan di Sublab Biologi Laboratorium MIPA Pusat. Analisis sifat kimia keju dilaksanakan di Sublab Kimia Laboratorium MIPA Pusat dan Laboratorium Kimia Kesuburan, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Pengujian aktivitas enzim protease biduri dilaksanakan di Laboratorium Chem-Mix Pratama, Bantul, Yogyakarta.

#### B. Bahan dan Alat Penelitian

- 1) Bahan yang digunakan untuk pembuatan keju adalah getah biduri,  $\text{CaCO}_3$  dan susu skim komersial dari toko Ramajaya, Pasar Gede, Surakarta, Jawa Tengah. Getah biduri yang digunakan diambil dari Jatikuwung. Penelitian ini juga menggunakan *rennet* sebagai kontrol karena dalam pembuatan keju biasanya menggunakan *rennet* 0,02% sehingga level penggunaan getah biduri kurang lebih setara dengan standar penggunaan *rennet* pada umumnya. Analisis kadar protein keju menggunakan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, katalisator  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$  40% ,  $\text{HCl}$  0,1 N, asam boraks 0,1 N, indikator mix, indikator pp. Analisis kadar lemak menggunakan petroleum ether. Uji aktivitas protease biduri menggunakan ninhidrin 0,3%, TCA 20%, etanol 50%, *casein* 2%. Pembuatan *rennet* menggunakan asam borat 4%, garam 5%, aquades dan abomasum kering.
- 2) Alat yang digunakan meliputi spektrofotometer, oven, panci, kompor listrik, inkubator, thermometer, alat pres, beban, erlenmeyer, pipet ukur, gelas beker, gelas ukur, plastik, aluminium foil, statif, labu kjeldhal, timbangan analitik, kertas saring, waterbath, *soxhlet*, magnetik stirrer, sentrifuse dingin, refrigerator.

### C. Persiapan Penelitian

#### 1. Uji Aktivitas Enzim Protease Biduri (Chem-Mix Pratama, 2011)

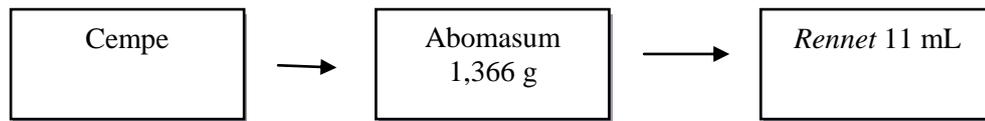
Uji ini perlu dilakukan untuk mengetahui aktivitas optimum enzim protease biduri. Aktivitas enzim protease biduri yang paling optimum yang akan digunakan dalam penelitian ini. Uji aktivitas protease biduri dilakukan dengan cara :

- a) Ditimbang ekstrak biduri sebanyak 50 mg dan ditambah buffer pH 7
- b) Dimasukkan dalam *casein* 2%
- c) Diinkubasi kedalam waterbath suhu 40°C selama 1 jam
- d) Ditambah TCA 20% sebanyak 10 ml
- e) Disentrifugase selama 10 menit pada 3500 rpm
- f) Diambil 1 ml filtrat jernih masukkan dalam tabung reaksi
- g) Ditambah 2 ml Ninhidrin
- h) Dipanaskan dalam waterbath selama 15 menit sampai berubah menjadi warna ungu
- i) Ditambah etanol 50% sampai 10 ml
- j) Divortex → *Optical Density* dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 570 nm ( $OD = y = 0,720$ )
- k) Hasil kemudian dimasukkan dalam rumus regresi linier

$$Y = a + bX$$

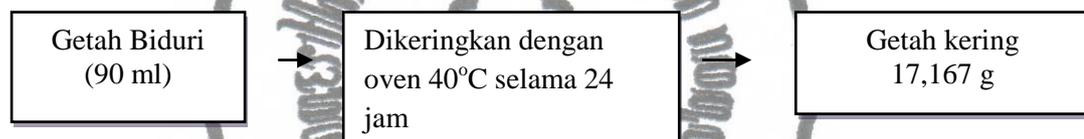
#### 2. Pembuatan *rennet* (Modifikasi dari Murti, 2004)

Cempe yang berumur 7 hari disembelih, perutnya dibelah dan dikeluarkan isi perutnya. Abomasumnya diambil dan dibersihkan. Saluran lubangnya ditutup satu kemudian ditiup dan diikat setelah itu direndam dalam larutan garam 2% dan kemudian dikeringkan pada suhu 27°C - 28°C. Abomasum kering kemudian dipotong-potong, direndam dalam larutan garam 5% dan larutan asam borat 4% selama 5 hari pada suhu kamar. Hasilnya kemudian disaring dengan kertas saring. *Rennet* yang dihasilkan disimpan dalam appendop mikrotube 1 ml.

Gambar 1. Proses pembuatan *rennet*

### 3. Penyadapan dan pengeringan getah biduri

Pucuk biduri ditekuk sampai getah keluar, getah ditampung dengan sendok kemudian dimasukkan dalam gelas. Getah kemudian ditampung dan dipisahkan pada 12 patriadis. Patriadis dimasukkan kedalam oven dengan suhu 40°C selama 24 jam.

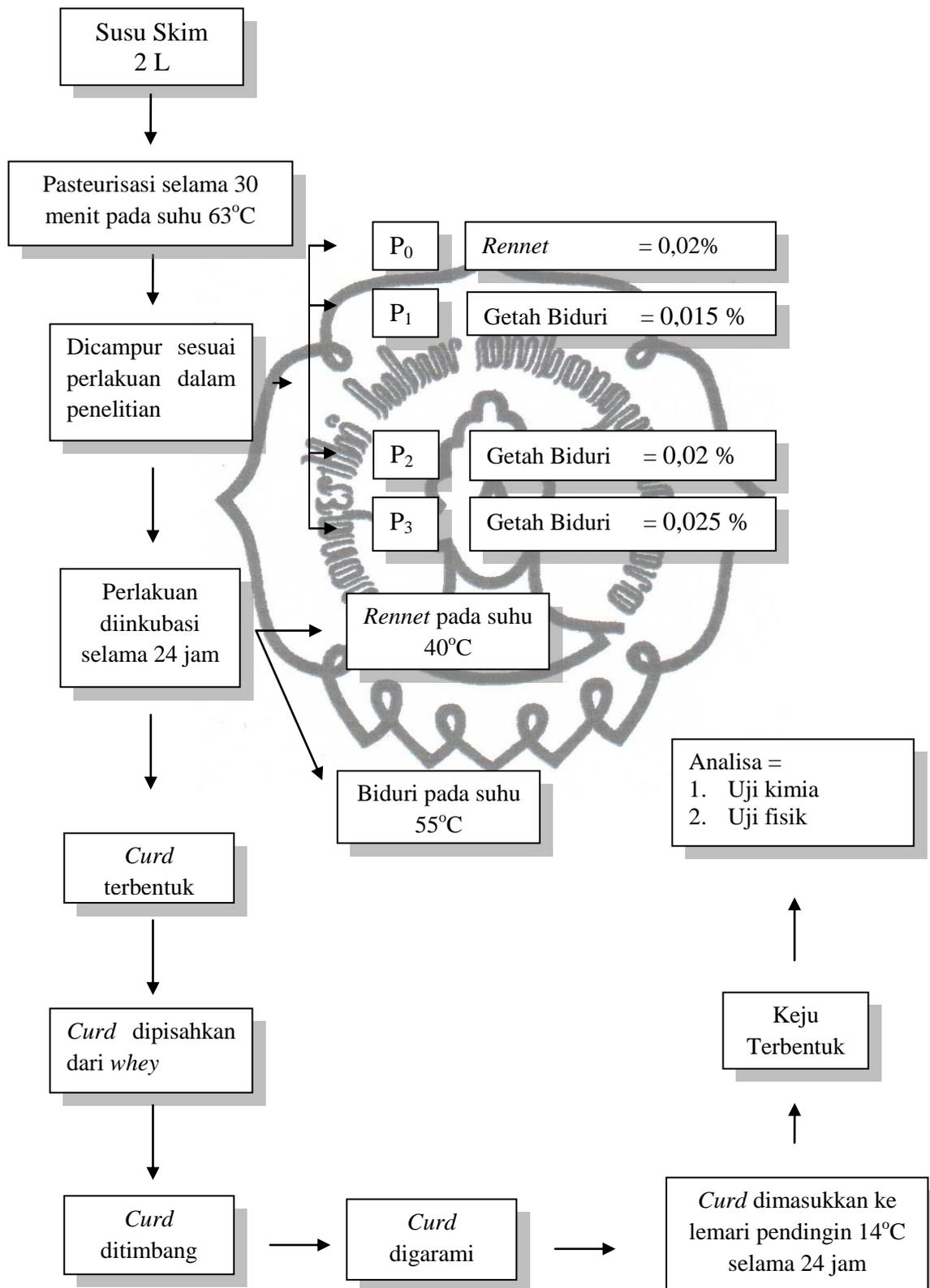


Gambar 1. Proses pengeringan getah biduri

## D. Penelitian

### 1. Pembuatan Keju (modifikasi dari Hutagalung, 2008)

Susu dipasteurisasi dan dicampur sesuai perlakuan. Diamkan dalam inkubator selama 24 jam. Bahan diangkat dan disaring untuk memisahkan *curd* dan *whey*. *Curd* ditekan agar teksturnya lebih padat dan terpisah dari *whey* yang masih tersisa kemudian *curd* ditimbang dan dicampur dengan garam. *Curd* dibungkus dengan aluminium foil dan disimpan dalam lemari pendingin 14°C selama 1 hari. Setelah penyimpanan, keju terbentuk dengan rasa asin. Hasil kemudian dianalisis untuk kualitas fisik dan kimia.



commit to user

Gambar 2. Proses pembuatan keju

## 2. Uji kualitas kimia

### a. Kadar air (Sudarmaji *et al.*, 1989)

Kadar air dilakukan dengan cara pengeringan. Kadar air sampel dihitung dengan rumus:

$$M = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

M = kadar air

a = berat sampel

b = berat sampel setelah pengeringan

### b. Bahan kering (Sudarmaji *et al.*, 1989)

Diambil dengan menghitung berat keju dikurangi kadar air.

### c. Kadar protein (Sudarmaji *et al.*, 1989)

Kadar protein dengan menggunakan metode Kjeldahl. Metode ini menggunakan unit destruksi Gerhardt kjeldaterm. Persentase dihitung dengan menggunakan rumus:

$$KP = \frac{(\text{mL NaOH blanko} - \text{mL NaOH sampel}) \times 100 \times 14,008 \times N \text{ NaOH}}{\text{berat sampel} \times 1.000} \times 6,38$$

Keterangan:

KP = kadar protein

14,008 = berat molekul nitrogen

N NaOH = normalitas NaOH

6,38 = faktor konversi keju

### d. Kadar lemak (Apriyantono *et al.*, 1989)

Kadar lemak ditetapkan dengan cara ekstraksi menurut *soxhlet*. Contoh sebanyak 5 g dan dikeringkan dalam oven 100°C sampai beratnya konstan, dimasukkan ke dalam selongsong kertas saring dan dimasukkan kedalam alat *soxhlet* yang berisi pelarut petroleum ether, kemudian diekstrak selama 3 jam, lalu selongsong dengan bahan dikeringkan dalam oven selama 45 menit dan dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit, ditimbang sampai beratnya seimbang.

Perbedaan berat sebelum dan sesudah ekstraksi per berat contoh merupakan persentase lemak yang terekstraksi.

$$KL = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

KL = kadar lemak

$a$  = berat kering sebelum diekstraksi

$b$  = berat kering sesudah diekstraksi

### 3. Uji Kualitas Fisik

#### a. Berat *Curd* (Cahyadi, 2007)

Dihitung dengan melakukan penimbangan *Curd* yang telah dipres dengan menggunakan timbangan analitik.

#### b. Rendemen *Curd* (Cahyadi, 2007)

Dihitung berdasarkan kadar bahan kering (%) keju yang dihasilkan setelah keju dipres, dikalikan dengan berat *curd* yang dihasilkan (g) setelah dipres. Berikut adalah rumus perhitungan *curd*:

$$\text{Rendemen } Curd = \text{Kadar BK} \times \text{Berat } Curd$$

## E. Perancangan Penelitian dan Analisis Data

Model matematika Rancangan Acak Lengkap (RAL) Pola Searah adalah sebagai berikut :

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

Keterangan:

$Y_{ij}$  = nilai pengamatan dari perlakuan ke-I dan ulangan ke-j

$\mu$  = nilai tengah populasi

$\alpha_i$  = pengaruh ke-i penggunaan getah tanaman biduri dalam pembuatan keju

$\varepsilon_{ij}$  = pengaruh galat pada pengamatan ulangan ke-j dari perlakuan i

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 level perlakuan yaitu

$$P_0 = \text{Rennet } 0,02\% \text{ (v/v)} + \text{Susu Skim } 1 \text{ L} + \text{CaCO}_3 \text{ } 0,01\%$$

$$P_1 = \text{Getah Biduri } 0,015\% \text{ (w/v)} + \text{Susu Skim } 1 \text{ L} + \text{CaCO}_3 \text{ } 0,01\%$$

$$P_2 = \text{Getah Biduri } 0,02\% \text{ (w/v)} + \text{Susu Skim } 1 \text{ L} + \text{CaCO}_3 \text{ } 0,01\%$$

$$P_3 = \text{Getah Biduri } 0,025\% \text{ (w/v)} + \text{Susu Skim } 1 \text{ L} + \text{CaCO}_3 \text{ } 0,01\%$$

Pada penelitian ini *rennet* digunakan sebagai kontrol karena dalam pembuatan keju biasanya menggunakan *rennet* sebagai standarnya dengan perbandingan 1 mL *rennet* : 5 L susu, sehingga level perlakuan getah tanaman biduri yang mengandung enzim protease yang digunakan kurang lebih setara dengan standar penggunaan *rennet* pada umumnya dengan harapan hasil yang didapatkan dapat digunakan untuk menggantikan *rennet* dalam pembuatan keju.

Pengulangan dilakukan sebanyak 4 kali. Analisis yang digunakan untuk perhitungan data adalah analisis sidik ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA), selanjutnya dilakukan uji Dunnet. Metode ini hanya membutuhkan satu nilai pembanding yang digunakan untuk membandingkan antara kontrol dengan perlakuan lainnya (Setiawan, 2011).

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Kadar Air

Kandungan kadar air yang sudah diketahui dalam suatu bahan makanan dapat dijadikan patokan untuk mengetahui mutu standar terkait dengan keawetan bahan pangan tersebut (Ernie *et al.*, 1992). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan perlakuan P1, P2 dan P3 getah biduri tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,01$ ), terhadap kadar air keju P0 yang tampak pada tabel 1.

Tabel 1. Rerata dan standar deviasi kadar air keju susu skim.

	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Rerata	70,456±0,540	70,725± 0,491	70,326± 0,359	69,827± 0,355
Pr		P1-P0	P2- P0	P3-P0

Ket : Probabilitas yang diikuti dengan superskrip \*\*\* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap P0

Enzim protease getah biduri merupakan eksopeptidase, memotong ikatan peptida dari sisi luar (Saputri, 2011). Menurut Bregman (1942) *cit* Wulandani (2003) golongan eksopeptidase dapat dibagi menjadi karboksi peptidase yang memotong peptida dari arah terminal gugus karboksil dan amino peptidase yang memotong peptida dari arah gugus amino. Bagian N-terminal dan C-terminal merupakan bagian *casein* yang hidrofobik (Widodo, 2003). Sifat protease biduri yang memotong ikatan hidrofobik pada *casein*, tidak memotong ikatan hidrofilik, sehingga ikatan protein yang tersisa lebih banyak yang bersifat hidrofilik (ikatan yang mengikat air). Aktivitas protease biduri yang semakin tinggi seharusnya semakin banyak memotong ikatan hidrofobik sehingga menyebabkan P3 mempunyai kadar air yang tinggi akan tetapi hal tersebut tidak terjadi dikarenakan peningkatan konsentrasi enzim tidak diimbangi dengan peningkatan substrat sehingga hasil yang didapat menjadi sama.

Keju hasil penelitian dikategorikan sebagai keju lunak karena kandungan airnya lebih dari 61% (Widodo, 2003). Kadar air yang dihasilkan

dalam penelitian ini berkisar antara 69,827 – 70,725%. Menurut Codex Stan C-16-1968, kadar air keju cottage tidak lebih dari 80%, dengan demikian keju cottage yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar. Semakin sedikit kadar air yang terdapat pada suatu bahan atau produk makanan semakin tahan dan awet produk tersebut (Geantaresa *et al.*, 2010), kandungan kadar air perlakuan tidak berbeda nyata yang menunjukkan bahwa mutu standar terkait dengan keawetan keju sama. Berdasarkan nilai kadar air keju yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI), kadar air keju yang minimum adalah sebesar 45% (Fitasari, 2009), semua perlakuan kadar airnya lebih dari kadar air yang ditetapkan SNI. Standar SNI hanya bisa digunakan sebagai pembandingan tetapi tidak dapat menjadi acuan karena bahan dasar dan jenis keju yang berbeda (Komar *et al.*, 2009).

## B. Kadar Lemak

Secara enzimatik enzim protease tidak mempengaruhi kadar lemak akan tetapi hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan getah biduri pada perlakuan P1 berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ), terhadap kadar lemak keju P0.

Tabel 2. Rerata dan standar deviasi kadar lemak keju susu skim.

	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Rerata	0,570 ± 0,039	0,699 ± 0,048	0,572 ± 0,020	0,564 ± 0,045
Pr		P1-P0***	P2- P0	P3-P0

Ket : Probabilitas yang diikuti dengan superskrip \*\*\* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap P0

Perlakuan P1 mempunyai kadar lemak dalam keju lebih tinggi dibanding P0 dengan selisih nilai 0,129 bila dibandingkan P0. Martin (1979) *cit* Wulandani (2003) menyatakan bahwa kandungan lemak meningkat sejalan dengan makin rendahnya proporsi protein. Kadar protein P1 mengalami penurunan terhadap P0 (Tabel 3) dengan demikian proporsi lemak pada P1 akan mengalami kenaikan dibanding P0 yang tampak pada Tabel 2.

Perlakuan P2 dan P3 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan P0. Kadar protein P2 dan P3 (Tabel 3) menunjukkan hasil yang tidak

berbeda dibandingkan dengan P0. Proporsi kadar protein P2 dan P3 yang tidak berbeda mengakibatkan kadar lemak (Tabel 2) tidak berbeda bila dibandingkan dengan P0.

Kadar lemak keju yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 0,564%-0,699%. Keju dalam penelitian ini termasuk dalam *skim milk cheese* dikarenakan kadar lemak kurang dari 10% (Widodo, 2003) akan tetapi kandungan kadar lemak kejunya lebih besar berdasarkan standar yang ditetapkan oleh United States Department of Agriculture (USDA) yakni 0,5%. Berdasarkan nilai kadar lemak keju yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI), kadar lemak keju yang minimum adalah sebesar 25% (Komar *et al.*, 2009), kadar lemak pada semua perlakuan lebih rendah dari standar yang ditetapkan SNI.

### C. Kadar Protein

Susu skim merupakan susu yang mengandung kandungan protein yang tinggi, protein merupakan substrat yang dihidrolisis oleh protease biduri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Perlakuan P1 berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap kadar protein P0. Kadar protein P1 mengalami penurunan dibandingkan dengan P0 sebesar 2,16% seperti tampak pada tabel 3.

Tabel 3. Rerata dan standar deviasi kadar protein keju susu skim

	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Rerata	23,82± 0,432	21,66± 0,627	22,66± 0,462	22,68± 0,442
Pr		P1-P0***	P2- P0	P3-P0

Ket : Probabilitas yang diikuti dengan superskrip \*\*\* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap P0

Kadar protein P1 kandungannya lebih rendah dimungkinkan terjadi dikarenakan konsentrasi enzim protease dalam getah biduri belum mencakup semua substrat yang terkandung dalam susu skim sehingga masih ada sisa substrat yang tidak dihidrolisis oleh protease biduri dan ikut terlarut dalam *whey*. Jika konsentrasi substrat kecil terdapat aktivitas enzim yang kecil pula,

tetapi jika konsentrasi substratnya besar, aktivitas enzim tergantung pada konsentrasi enzim (Kusnawidjaja, 1983).

Perlakuan dalam penelitian ini tidak dilakukan penambahan susu skim sehingga dimungkinkan kandungan substratnya tetap. Hasil penelitian menunjukkan tidak terjadi perbedaan kadar protein pada perlakuan P2 dan P3 terhadap P0. Tidak terjadinya perbedaan dimungkinkan terjadi karena pada perlakuan dilakukan penambahan getah protease biduri sehingga konsentrasi enzim yang terkandung didalamnya meningkat dan substrat yang tetap tidak mengimbangi jumlah konsentrasi dan aktivitas enzim yang ada sehingga proses hidrolisis menjadi sama. Pada konsentrasi substrat yang rendah, kecepatan reaksi pun amat rendah, tetapi kecepatan ini akan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi substrat (Lehninger, 1982). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari perlakuan yang tepat untuk menggantikan P0, kadar protein perlakuan P2 dan P3 setara dengan kadar protein kontrol dan dapat ditarik kesimpulan bahwa P2 dan P3 dapat digunakan untuk mengganti P0 dan perlakuan yang paling efisien untuk menggantikan P0 adalah P2.

Kadar protein keju yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 21,66 % - 23,82%. Nilai tersebut lebih rendah dari nilai kandungan kadar protein pada keju dalam penelitian Geantaresa *et al.*, (2010) sebesar 23,50%. Berdasarkan nilai kadar protein keju yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI), kadar protein keju yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih tinggi dari batas minimum yang ditentukan oleh SNI yaitu sebesar 19,5% (Fitasari, 2009). Kadar protein merupakan salah satu faktor kimia yang berperan dalam menentukan kualitas gizi suatu produk pangan. Semakin tinggi kadar protein yang terkandung dalam produk pangan, maka semakin tinggi pula nilai gizinya (Yulneriwarni *et al.*, 2009).

#### **D. Kadar Bahan kering**

Semakin kecil kandungan air yang terdapat dalam suatu produk makanan, semakin tahan dan awet produk tersebut karena salah satu faktor

yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme adalah air dalam makanan (Buckle *et al.*, 1987).

Tabel 4. Rerata dan standar deviasi kadar bahan kering keju susu skim.

	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Rerata	29,543± 0,540	29,275± 0,491	29,674± 0,359	30,173± 0,355
Pr		P1-P0	P2- P0	P3-P0

Ket : Probabilitas yang diikuti dengan superskrip \*\*\* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap P0

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan getah biduri pada perlakuan P1, P2 dan P3 tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,01$ ), terhadap bahan kering keju P0. Kadar air mempunyai hubungan dengan bahan kering sehingga kadar air yang tidak berbeda (Tabel 1) mengakibatkan bahan kering yang juga tidak berbeda dengan kontrol (Tabel 4). Widyaningrum (2009) menyatakan bahwa kadar air yang tinggi berarti kandungan bahan keringnya rendah, karena kadar air berbanding terbalik dengan kadar bahan kering.

Murti (2004) menyatakan bahwa keju memiliki minimal 23 gram bahan kering setiap 100 gram keju. Kadar bahan kering keju yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 29,275% - 30,173%. Kandungan kadar bahan kering perlakuan tidak berbeda nyata yang menunjukkan bahwa mutu standar terkait dengan keawetan keju sama.

#### E. Berat *curd*

*Curd* adalah gumpalan yang terbentuk oleh aktivitas koagulan yaitu enzim yang mempunyai aktivitas proteolitik (Marth *et al.*, 2001 *cit* Jamilatun, 2009). Secara kasar dari setiap 10 liter susu diperoleh 1 kg keju setengah keras dan sekitar 2 kg keju lunak.

Tabel 5. Rerata dan standar deviasi berat *curd* keju susu skim.

	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Rerata	106,734±7,708	137,305±5,992	142,359±5,499	158,799±7,411
Pr		P1-P0***	P2- P0***	P3-P0***

Ket : Probabilitas yang diikuti dengan superskrip \*\*\* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap P0

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan getah biduri berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ), terhadap berat *curd* keju. Perlakuan P1, P2 dan P3 berpengaruh sangat nyata terhadap berat *curd* P0. Berat *curd* yang dihasilkan oleh semua perlakuan bila dibandingkan dengan P0 menghasilkan keju dengan berat *curd* yang lebih berat. *Curd* diperoleh dengan penggumpalan *casein* dari susu skim, penggumpalan ini terjadi dengan adanya *rennet* atau enzim protease (Buckle, et al. 1987). Pembentukan *curd* pada proses pembuatan keju ini bergantung pada koagulasi *casein* susu (Lampert, 1975; Wulandani, 2003).

Banyaknya *casein* yang menggumpal oleh karena enzim protease yang terdapat dalam getah biduri pada pembuatan keju menyebabkan banyaknya *curd* yang dihasilkan. Aktivitas enzim dalam memecah protein menjadi peptida meningkat seiring meningkatnya konsentrasi enzim (Winarno, 1986). Semakin besarnya berat *curd* yang dihasilkan sejalan dengan semakin besarnya getah biduri yang digunakan yang sesuai dengan hasil uji aktivitas protease biduri yang menunjukkan bahwa aktivitas proteolitik protease biduri sebesar 0,946 unit/g lebih baik daripada *rennet* kontrol yang sebesar 0,859 unit/g (Chem-Mix, 2011).

Berat *curd* yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 106.734 g – 158.799 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P3 menghasilkan *curd* yang paling banyak yaitu sebesar 158,799 g.

## F. Rendemen

Rendemen (BK) dihitung berdasarkan kadar bahan kering keju (%) yang dihasilkan setelah keju dipres, dikalikan dengan berat *curd* (g) yang dihasilkan setelah dipres (Murti *et al.*, 2009).

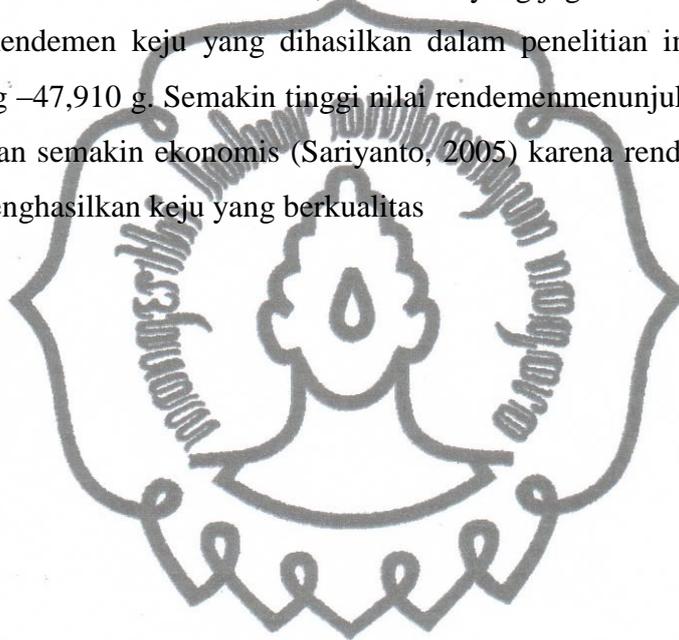
Tabel 6. Rerata dan standar deviasi rendemen keju susu skim.

	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Rerata	31,515±1,974	40,191±1,719	42,233±1,319	47,910±2,193
Pr		P1-P0***	P2-P0***	P3-P0***

Ket : Probabilitas yang diikuti dengan superskrip \*\*\* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap P0

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan getah biduri berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ), terhadap rendemen *curd*. Perlakuan P1, P2 dan P3 berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen *curd* P0. Semua perlakuan menunjukkan adanya peningkatan rendemen *curd* dibandingkan P0. Rendemen dipengaruhi oleh berat *curd* dan besarnya kandungan bahan kering, sehingga jika berat *curd* P1, P2 dan P3 berbeda terhadap P0 (Tabel 5) akan menghasilkan nilai rendemen P1, P2 dan P3 yang juga berbeda dengan P0.

Rendemen keju yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 31,515 g – 47,910 g. Semakin tinggi nilai rendemen menunjukkan produk yang dihasilkan semakin ekonomis (Sariyanto, 2005) karena rendemen yang tinggi akan menghasilkan keju yang berkualitas



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Pada uji kualitas kimia menunjukkan bahwa perlakuan P2 dan P3 setara dengan P0, sehingga pada uji kualitas kimia dapat diambil kesimpulan bahwa perlakuan yang paling efektif dan efisien untuk menggantikan P0 adalah perlakuan P2.

Pada uji kualitas fisik menunjukkan bahwa perlakuan P1, P2 dan P3 lebih baik daripada P0, sehingga pada uji kualitas fisik dapat diambil kesimpulan bahwa perlakuan yang paling efektif dan efisien untuk menggantikan P0 adalah perlakuan P3.

### B. Saran

Saran yang diberikan setelah melakukan penelitian ini antarlain perlu dilakukan uji organoleptik dan kandungan protein murni untuk mengetahui hasil lebih lanjut.