

**KUALITAS FISIK DAN KOMPOSISI KIMIA KEJU HASIL
KOAGULASI GETAH BIDURI (*Calotropis gigantea*)**

Jurusan/Program Studi Peternakan



Oleh :

Didik Gunawan

H0507031

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2012**

commit to user

**KUALITAS FISIK DAN KOMPOSISI KIMIA KEJU
HASIL KOAGULASI GETAH TANAMAN BIDURI (*Calotropis gigantea*)**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Didik Gunawan

H0507031

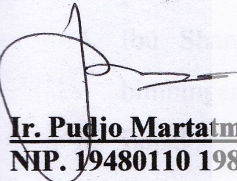
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal: 17 Juli 2012
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan tim penguji

Ketua

Anggota I

Anggota II


Ir. Pudjo Martatmo, MP.
NIP. 19480110 198003 1 001


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


Shanti Emawati, S.Pt., MP.
NIP. 19800903 200501 2 001

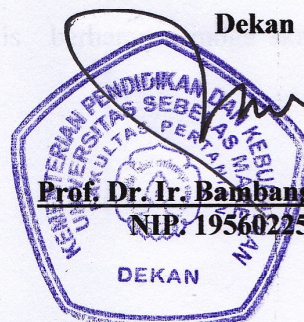
Surakarta, Juli 2012

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 Allah SWT, atas limpahan rahmat dan nikmat yang penulis dapatkan, sehingga pada kesempatan kali ini penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul; **Kualitas Fisik dan Komposisi Kimia Keju Hasil Koagulasi Getah Tanaman Biduri (*Calotropis gigantea*).**

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Pudjiasmanto, MS., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Ir. Sudiyono, MS., selaku Ketua Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Bapak Ir. Pudjo Mariatmo, MP dan Ibu Winny Swastike, S.Pt., MP selaku dosen pembimbing atas saran dan bimbingannya selama penelitian dan penulisan skripsi ini.
4. Ibu Shanti Emawati, S.Pt., MP. selaku dosen penguji atas saran dan bimbingannya dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak, Ibu dosen dan Staf Jurusan Peternakan atas pengajaran dan bimbingan.
6. Kedua orang tuaku tercinta (Bapak Parmin & Ibu Endang) untuk curahan kasih sayang, dukungan, dan doanya.
7. Kedua kakak dan adikku tercinta (Listiyowati & Nurul Naini) atas semangat dan dukungannya.
8. Teman-teman semua yang selalu memberi semangat, bantuan, dan doanya.

Akhirnya, kritik dan saran untuk perbaikan skripsi ini sangat penulis harapkan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surakarta, Juli 2012

Penulis

commit to user

DAFTAR ISI

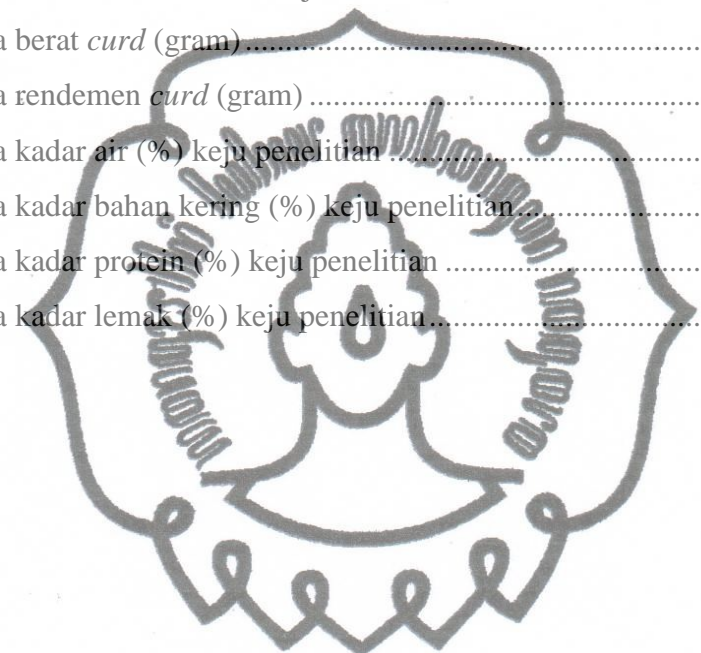
	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	iv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Susu	4
B. Keju	5
C. <i>Rennet</i>	6
D. Tanaman Biduri.....	7
E. Sifat Fisik Keju	8
1 <i>Curd</i>	8
2 Rendemen <i>Curd</i>	9
F. Sifat Kimia Keju	9
1 Kadar Air.....	9
2 Kadar Bahan Kering.....	10
3 Kadar Protein.....	11
4 Kadar Lemak	11
HIPOTESIS	13

commit to user

III. MATERI DAN METODE	14
A. Tempat dan Waktu Penelitian	14
B. Bahan dan Alat Penelitian	14
C. Metode Penelitian.....	14
D. Pelaksanaan Penelitian	16
E. Cara Analisis Data	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Kualitas Fisik Keju.....	19
1. Berat <i>Curd</i>	19
2. Rendemen <i>Curd</i>	20
B. Komposisi Kimia Keju.....	21
1. Kadar Air.....	21
2. Kadar Bahan Kering.....	22
3. Kadar Protein	23
4. Kadar Lemak.....	24
V. KESIMPULAN DAN SARAN	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	30

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
1.	Komposisi macam-macam keju	5
2.	Rerata berat <i>curd</i> (gram)	19
3.	Rerata rendemen <i>curd</i> (gram)	20
4.	Rerata kadar air (%) keju penelitian	21
5.	Rerata kadar bahan kering (%) keju penelitian	22
6.	Rerata kadar protein (%) keju penelitian	23
7.	Rerata kadar lemak (%) keju penelitian	24



commit to user

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1	Analisis variansi rerata berat <i>curd</i> (gram).....	31
2	Analisis variansi rerata rendemen <i>curd</i> (gram).....	33
3	Analisis variansi rerata kadar air (%) keju penelitian	35
4	Analisis variansi rerata kadar bahan kering (%) keju penelitian	37
5	Analisis variansi rerata kadar protein (%) keju penelitian	39
6	Analisis variansi rerata kadar lemak (%) keju penelitian	41
7	Uji aktivitas tanaman biduri.....	43
8	Hasil analisis kadar protein (%) lemak keju penelitian.....	44

commit to user

KUALITAS FISIK DAN KOMPOSISI KIMIA KEJU HASIL KOAGULASI GETAH BIDURI (*Calotropis gigantea*)

Didik Gunawan
H0507031

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas fisik dan komposisi kimia keju hasil koagulasi getah tanaman biduri (*Calotropis gigantea*). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Industri Pengolahan Hasil Ternak, Laboratorium Chem-Mix Pratama, Bantul, Yogyakarta. Sublab Biologi, Sublab Kimia Laboratorium MIPA Pusat dan Laboratorium Kimia Kesuburan dan Biologi Tanah, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta selama bulan November 2011 sampai bulan Maret 2012. Materi yang digunakan adalah *rennet*, getah biduri dan susu sapi sebanyak 16 liter. Pembuatan keju dibagi dalam empat macam perlakuan dan empat ulangan, setiap ulangan menggunakan susu sebanyak 1 liter. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diberikan yaitu P0 : susu 1 liter + *rennet* 0,02% + CaCO₃ 0,01%; P1 : susu 1 liter + getah biduri 0,015% + CaCO₃ 0,01%; P2 : susu 1 liter + getah biduri 0,02% + CaCO₃ 0,01% dan P3 : susu 1 liter + getah biduri 0,025% + CaCO₃ 0,01%. Peubah yang diamati meliputi kualitas fisik yaitu berat *curd* dan rendemen *curd*, kualitas kimia yaitu kadar air, kadar bahan kering, kadar protein, kadar lemak.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa P0, P1, P2 dan P3 pada berat *curd* sebesar 101,656; 72,245; 73,890; 82,696 gram. Rendemen *curd* sebanyak 28,702; 27,343; 28,348; 31,851 gram. Kadar air sebanyak 71,768; 62,145; 61,644; 61,502%. Kadar bahan kering sebanyak 28,232; 37,855; 38,356; 38,498%. Kadar protein sebanyak 13,720; 15,510; 15,730; 16,560%. Kadar lemak sebanyak 11,696; 17,539; 17,944; 17,157%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan koagulan getah biduri sebanyak 0,015; 0,020 dan 0,025% berpengaruh sangat nyata terhadap berat *curd*, kadar air, kadar bahan kering, kadar protein dan kadar lemak. Penggunaan koagulan getah biduri sebanyak 0,025% mempunyai nilai rendemen *curd* yang paling tinggi.

Kesimpulan yang diambil dari penelitian adalah penggunaan koagulan getah biduri sebanyak 0,025% dapat meningkatkan nilai rendemen *curd*, kadar bahan kering, kadar protein dan kadar lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

Kata kunci: Susu, keju, *rennet*, biduri, sifat fisik dan kimia

**QUALITY OF PHYSICAL AND CHEMICAL COMPOSITION
OF CHEESE COAGULATION LATEX BIDURI
PLANT (*Calotropis gigantea*)**

**Didik Gunawan
H0507031**

SUMMARY

This research aims to determine the physical quality and chemical composition of the cheese latex biduri plant coagulation (*Calotropis gigantea*). Research conducted at the Laboratory Animal Processing Industry, Laboratory Chem-mix Pratama, Bantul, Yogyakarta, Sublab Biology, Sublab Chemistry Laboratory the Laboratory of Chemical Mathematics and Science Center and Biological Soil Fertility, Agroteknologi Department, Faculty of Agriculture, University Sebelas Maret, Surakarta during the month of November 2011 until March 2012. The material used is rennet, latex biduri and as much as 16 liters of cow's milk. Manufacture of cheese, divided in four different treatments and four replications, each replication using milk as much as 1 liter. The research was prepared using Complete Randomized Design (CRD). Treatment given the P0: 1 liter milk + rennet 0,02% + CaCO₃ 0,01%; P1: 1 liter milk + latex biduri 0,015% + CaCO₃ 0,01%; P2: 1 liter milk + latex biduri 0,02 % + CaCO₃ 0,01% and P3: 1 liter milk + latex biduri 0,025% + CaCO₃ + 0,01%. The observed variables include the physical quality of the curd weight and curd yield, the chemical quality of water content, dry matter content, protein content, fat content.

The results showed that the P0, P1, P2 and P3 on curd weight of 101,656; 72,245; 73,890; 82,696 grams. Curd yield as much as 28,702; 27,343; 28,348; 31,851 grams. Water content as much as 71,768; 62,145; 61,644; 61,502%. Content of dry matter as much as 28,232; 37,855; 38,356; 38,498%. Protein content as much as 13,720; 15,510; 15,730; 16,560%. Fat content as much as 11,696; 17,539; 17,944; 17,157%. The results showed that the use of coagulants latex biduri as much as 0,015; 0,020 and 0,025% very real effect on curd weight, moisture content, dry matter content, protein content and fat content. The use of coagulant latex biduri as much as 0,025% had the highest yield of curd.

Conclusions drawn from the research is the use of latex coagulant biduri much as 0,025% can increase the value of curd yield, dry matter content, protein content and higher fat content compared with the control treatment.

Keywords: Milk, cheese, rennet, biduri, physical and chemical composition

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Susu adalah susu sapi yang tidak ditambah atau dikurangi sesuatu dari padanya, diperoleh dengan jalan pemerahan sapi yang sehat secara teratur, sempurna dan tidak terputus-putus. Pemerahan secara sempurna adalah mengikuti metode dan petunjuk pemerahan sebagaimana lazimnya agar susu dalam ambung dapat keluar sampai habis (Milk Codex, 1914 *cit.* Mukhtar, 2006). Susu telah dikenal sebagai bahan makanan yang baik dan bernilai gizi tinggi, tetapi susu mempunyai sifat yang mudah rusak akibat kontaminasi bakteri yang menyebabkan penurunan nilai nutrisi dan kualitas fisiknya. Teknik penanganan dan pengolahan diperlukan agar susu tahan lebih lama dan menjamin keamanan susu sehingga layak untuk dikonsumsi. Salah satu bentuk penanganan susu adalah dengan pembuatan keju (Murti, 2004a).

Keju dikenal sebagai salah satu produk olahan susu yang memiliki kandungan protein yang tinggi. Keju dibuat dari pemisahan dadih susu, yang diperoleh dengan penggumpalan bagian *casein* dari susu. Penggumpalan ini terjadi dengan adanya enzim *rennet* (atau enzim lain yang cocok) atau dengan meningkatkan keasaman susu melalui fermentasi asam laktat atau dengan kombinasi kedua teknik ini (Buckle *et al.*, 1987). Keju sebagai produk dengan bahan dasar susu, dalam proses pengolahannya memerlukan biaya produksi yang tinggi. Penyebab tingginya biaya produksinya adalah mahalnya enzim *rennet* sebagai koagulan yang digunakan dalam proses pembuatan keju. Produksi keju yang terus meningkat menyebabkan kebutuhan *rennet* tidak terpenuhi sehingga perlu dicari alternatif koagulan lain sebagai pengganti *rennet* dalam pembuatan keju (Ali, 1995).

Rennet yaitu suatu enzim yang digunakan dalam proses pembuatan keju yang terbuat dari bahan dasar susu yang tersusun atas protein terutama kasein yang dapat mempertahankan bentuk cairnya. *Rennet* termasuk kelompok enzim *protease* yang ditambahkan pada susu pada saat proses pembuatan keju. *Rennet* berperan untuk menghidrolisis kasein terutama kappa

kasein yang berfungsi mempertahankan susu dari pembekuan. Enzim yang paling umum yang diisolasi dari *rennet* adalah *chymosin* (Krisno, 2011).

Kendala utama dalam pengembangan industri keju yaitu kurangnya *rennet* sebagai penggumpal susu karena menurunnya pemotongan anak sapi untuk memperoleh lambung sebagai sumber *rennet*, sehingga tidak ekonomis. Alternatif penggunaan *rennet* dalam pembuatan keju dapat diperoleh dengan cara mencari bahan lain yang mengandung enzim *protease*. Salah satu sumber enzim *protease* dapat diperoleh dari tanaman biduri (Mulyani dan Legowo, 2009). Enzim *protease* dimanfaatkan untuk menggumpalkan protein susu dalam pembuatan keju (Daulay dan Alfi, 1996).

Biduri 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 enzim *protease*. Tanaman sejenis tanaman biduri yaitu *Calotropis procera* dapat digunakan sebagai sumber enzim *protease*. Berdasarkan klasifikasi dan ciri-ciri tanaman yang menyatakan bahwa tanaman dari jenis yang sama memiliki kemiripan dalam komposisi kimia, maka tanaman biduri berpeluang sebagai sumber enzim *protease* (Murtini dan Qomarudin, 2003).

Penggunaan getah tanaman biduri diharapkan menjadi solusi alternatif pengganti penggunaan *rennet* dan dapat mengurangi ketergantungan terhadap *rennet* anak sapi sebagai koagulan keju.

B. Perumusan Masalah

Susu mempunyai sifat yang mudah rusak akibat kontaminasi bakteri sehingga menyebabkan penurunan nilai nutrisi dan kualitas fisiknya. Teknik penanganan dan pengolahan susu bertujuan untuk memperpanjang daya guna, masa simpan, serta meningkatkan nilai ekonomi susu. Salah satu bentuk penanganan dan pengolahan susu adalah dengan pembuatan keju. Pada umumnya keju dibuat dengan menggunakan koagulan/penggumpal susu berupa *rennet*. Namun, terdapat kendala utama dalam pengembangan industri keju yaitu sulit mendapatkan *rennet* sebagai penggumpal susu.

Tanaman biduri banyak mengandung getah terutama pada jaringan muda. Getah tersebut mengandung enzim *protease*, yang mana enzim *protease* dapat memotong ikatan peptida pada kasein yang dapat menyebabkan menggumpal susu. Sehingga enzim *protease* yang terkandung di dalam getah tanaman biduri tersebut diharapkan mempunyai fungsi yang sama seperti *rennet* yang dapat menggumpalkan protein susu dalam pembuatan keju yang lebih murah, efektif dan efisien.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas fisik dan komposisi kimia keju hasil koagulasi getah tanaman biduri (*Calotropis gigantea*).

D. Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat umum dalam pemanfaatan getah biduri untuk pembuatan keju.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi bagi perkembangan ilmu pengetahuan bagi peneliti, kalangan akademis atau instansi yang berhubungan dengan peternakan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Susu

Pengertian susu adalah susu sapi yang tidak ditambah atau dikurangi sesuatu dari padanya, diperoleh dengan jalan pemerahan sapi yang sehat secara teratur, sempurna dan tidak terputus-putus. Pemerahan secara sempurna adalah mengikuti metode dan petunjuk pemerahan sebagaimana lazimnya agar susu dalam ambing dapat keluar sampai habis (Milk Codex, 1914 *cit.* Mukhtar, 2006). Syarat mutu susu sapi komposisinya mengandung kadar lemak minimum 3,0 %, kadar bahan kering tanpa lemak minimum 7,8 %, kadar protein minimum 2,8% (SNI, 1998).

Menurut Daulay (1991), pada dasarnya keragaman komposisi susu dari suatu spesies ternak dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

1. Keturunan: galur dari keturunan dan kebijaksanaan pemuliaan yang diterapkan pada suatu galur.
2. Pakan: kuantitas dan kualitas pakan yang diberikan pada ternak.
3. Fase laktasi: jumlah laktasi sebelumnya.
4. Kesehatan dari ternak: konformasi fisik dari ternak.
5. Manajemen dari pemeliharaan ternak.
6. Interval waktu pemerahan.
7. Iklim: geografi regional.
8. Musim.

Bahan baku susu yang dipakai sangat mempengaruhi komposisi dan kuantitas keju, serta pada akhirnya sangat mempengaruhi terhadap konsumen. Keju yang dibuat dari susu sapi tidak akan mempunyai tekstur, komposisi dan flavor yang sama dengan keju yang dibuat dari susu domba, kambing atau kerbau. Masing-masing keju mempunyai penggemar sendiri-sendiri. Sebagai contoh keju Chantal dan Camembert memakai susu sapi, keju Roquefort memakai susu domba, keju Ponti'evèque memakai susu kambing dan keju Mozzarella memakai susu kerbau (Murti, 2004a).

commit to user

B. Keju

Keju adalah makanan yang terbuat dari dadih susu yang dipisahkan, yang diperoleh dengan penggumpalan bagian *casein* dari susu. Penggumpalan ini terjadi dengan adanya enzim *rennet* atau enzim lain yang cocok dengan meningkatkan keasaman susu melalui fermentasi asam laktat atau dengan kombinasi kedua teknik tersebut. Komposisi macam-macam keju dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi macam-macam keju

Jenis keju	Kadar air (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Abu (%)	Garam (%)
Cottage dari susu penuh	79,2	4,3	13,2	0,8	1,0
Cottage dari susu skim	79,5	0,3	15,0	0,8	1,0
Cheddar	37,5	32,8	24,2	1,9	1,5
Swiss	39,0	28,0	27,0	2,0	1,2
Camembert	50,3	26,0	19,8	1,2	2,5
Parmesan	31,0	27,5	37,5	3,0	1,8

Sumber: Buckle *et. al.*, 1987.

Menurut Daulay (1991), tahap-tahapan dasar pembuatan keju sebagai berikut:

Pembuatan keju dapat digunakan susu mentah atau susu pasteurisasi.

1. Penggumpalan.

Susu dipersiapkan untuk pembentukan dadih dengan asam atau *rennet* dan penambahan bakteri yang menghasilkan asam laktat.

2. Pemotongan dadih.

Pemotongan dadih dilakukan dengan menggunakan pisau khusus untuk mempercepat pengeluaran *whey* dan memperluas permukaan dadih sehingga panas pada proses pemasakan lebih merata.

3. Pemasakan dadih.

Pemasakan dadih dilakukan dengan cara memasak dadih dalam *whey* tujuannya adalah menyusutkan dadih untuk mengeluarkan *whey* secara efektif, membentuk tekstur dan mengontrol kadar air.

4. Penyaringan dadih.

Penyaringan dadih dilakukan dengan cara memisahkan *whey* dari dadih secara permanen.

5. Pemadatan dadih.

Pemadatan dadih dilakukan dengan cara mendinginkan dadih selama 1,5 jam untuk mengubah dadih menjadi keju dengan karakteristik yang diinginkan, memberi waktu bagi pembentukan asam dan membantu pengontrolan kadar air.

6. Penggaraman.

Penggaraman dilakukan dengan cara penambahan garam (NaCl) sebanyak 2%, penambahan garam akan mempengaruhi flavor, kadar air dan tekstur keju.

7. Pengepresan.

Pengepresan dilakukan dengan cara membentuk keju dan membuatnya kompak.

8. Perlakuan khusus.

Inokulasi mikroba spesifik untuk jenis-jenis keju tertentu serta memberikan lingkungan yang cocok untuk pertumbuhannya.

C. Rennet

Rennet merupakan enzim rennin dalam bentuk kasar. Sumber utama *rennet* kasar adalah lambung keempat atau abomasum ruminansia yang masih menyusui. Anak sapi biasanya dipotong untuk produksi daging sapi muda dan lambungnya dimanfaatkan untuk pembuatan *rennet* (Winarno, 1986).

Menurut Murti (2004a), *rennet* digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan keju. *Rennet* mengandung enzim *chymosin* 80% dan *pepsin* 20%. Pada beberapa produksi pabrik *rennet* dibentuk menjadi seperti tablet dengan mencampurkan bahan tertentu yang tidak merusak fungsi enzim.

Kecepatan penggumpalan sangat tergantung pada dosis *rennet* yang digunakan. Dosis yang biasa digunakan berkemampuan 2.000 sampai 15.000. *Rennet* komersial mempunyai dosis sekitar 10.000 ini berarti setiap 1 ml cairan *rennet* dapat digunakan untuk menggumpalkan 2.000 sampai 15.000 ml

susu pada suhu inkubasi sekitar 37⁰C. Koagulasi akan maksimal pada suhu sekitar 40⁰C sampai 42⁰C. Suhu kurang dari 10⁰C tidak akan terjadi koagulasi, koagulasi akan terhenti mulai suhu 50⁰C dan pada suhu 65⁰C koagulasi tidak terjadi lagi (Murti, 2004b).

Menurut Hidayat (2006) *cit.* Hutagalung (2008), jika susu untuk pembuatan keju memiliki kualitas rendah, maka koagulum akan halus karena disebabkan hilangnya kasein dan lemak, serta sinersis yang buruk selama pembuatan keju. Penambahan kalsium pada pembuatan keju untuk mencapai waktu koagulasi yang konstan dan menghasilkan kekerasan koagulum yang cukup dan kalsium mempunyai peranan penting dalam proses koagulasi susu dengan menggunakan *rennet*. Standar penambahan CaCl₂ pada susu untuk pembuatan keju sebanyak 0,01%.

D. Tanaman Biduri

Deskripsi dari tanaman biduri yaitu, termasuk tanaman semak berdiri tegak dengan tinggi 0,5-3 m, batang bulat, tebal, ranting muda berambut tebal berwarna putih. Daun tunggal, bertangkai pendek, letak berhadapan. Helaian daun berbentuk bulat telur atau bulat panjang, ujung tumpul, pangkal berbentuk jantung, tepi rata, pertulangan menyirip, panjangnya 8-30 cm, lebar 4-15 cm, berwarna hijau muda. Permukaan atas helaian daun muda berambut rapat berwarna putih (lambat laun menghilang), sedangkan permukaan bawah tetap berambut tebal berwarna putih. Bunga majemuk dalam anak payung, di ujung atau ketiak daun. Tangkai bunga berambut rapat, mahkota bunga berbentuk kemudi kapal, berwarna lila, kadang-kadang putih. Buahnya buah bumbung, berbentuk bulat telur atau bulat panjang, pangkal buah berupa kaitan, panjang 9-10 cm, berwarna hijau. Bijinya kecil, lonjong, pipih, berwarna cokelat, berambut pendek dan tebal, umbai rambut serupa sutera panjang (Anonim^a, 2009)

Klasifikasi taksonomi dari tanaman biduri (*Calotropis gigantea*) adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*

Division : *Magnoliophyta*

commit to user

Class : Magnoliopsida

Sub-class : Asteridie

Order : Gentinales

Family : Asclepiadaceae

Genus : Calotropis

Species : gigantean

(Joshi *et al.*, 2011).

Biduri (*Calotropis gigantea*) merupakan jenis tumbuhan dataran pantai yang memiliki aktivitas proteolitik pada getahnya. Enzim *protease* merupakan enzim penghidrolisis protein, yaitu enzim yang memutus ikatan peptida pada rantai protein sehingga dihasilkan asam amino atau peptida berantai pendek. Enzim *protease* memiliki peranan penting dalam industri pangan, seperti pembuatan keju, penjernih bir, pengempuk daging, pembuatan roti dan sebagainya. Setiap tahunnya kebutuhan enzim *protease* terus meningkat sehingga diperlukan sumber penghasil *protease* baru dari jaringan hidup seperti: mikroorganisme, hewan maupun tanaman (Susanti, 2008).

Protease merupakan enzim yang mampu menghidrolisis ikatan peptida. Enzim *protease* mempunyai dua pengertian yaitu *proteinase* yang mengkatalis hidrolisis molekul protein menjadi fragmen-fragmen besar dan *peptidase* yang menghidrolisis fragmen-fragmen polipeptida menjadi asam amino. Enzim *protease* termasuk dalam golongan enzim *hidrolase* sehingga dalam menghidrolisis substrat harus dengan pertolongan air (Frazier dan Westhoff, 1983 *cit.* Jamilatun, 2009)

E. Sifat Fisik Keju

1. Curd

Koagulasi atau penggumpalan susu adalah perubahan bentuk dari susu cair menjadi padatan berbentuk gel. Koagulasi ini terjadi karena adanya penggumpalan dari kasein yang terdapat dalam susu. Gumpalan kasein yang terbentuk juga mengandung lemak, bakteri, koloid kalsium-fosfat dan partikel-partikel lainnya yang disebut dengan *curd*. *Curd* yang

commit to user

terbentuk juga mengandung air dan bahan-bahan yang terlarut dalam air (Daulay, 1991).

Pada proses pembentukan keju akan terbentuk 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 gumpalan 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, 2004a).

2. Rendemen *Curd*

Menurut Murti (2004b), rendemen yaitu perbandingan antara koagulan (*curd*) yang terbentuk dengan susu yang digunakan. Perhitungan rendemen secara praktis sangat perlu diketahui, karena mencerminkan nilai kuantitatif. Nilai rendemen juga mencerminkan apakah proses pembuatan keju sampai tahap pematangan dilakukan dengan baik, efektif atau tidak. Secara umum rendemen dalam bahan kering akan lebih diterima secara ilmiah dibandingkan dengan rendemen basah karena mencerminkan komponen dalam susunya. Rendemen *Curd* dihitung berdasarkan kadar bahan kering (%) keju yang dihasilkan dikalikan dengan berat *curd* yang dihasilkan (g) setelah dipress. Berikut adalah rumus perhitungan rendemen *curd*:

Rendemen *curd* = kadar BK x berat *curd*

F. Sifat Kimia Keju

1. Kadar Air

Terdapat berbagai macam dan jenis keju, tergantung dimana keju tersebut dibuat, jenis susu yang digunakan, metode pembuatan dan perlakuan yang digunakan untuk proses pemeraman atau pematangannya. Cara yang umum digunakan untuk mengklasifikasikan keju adalah

berdasarkan tekstur dan proses pemeraman atau pematangan. Berdasarkan teksturnya keju diklasifikasikan menjadi:

a. Keju sangat keras

Keju jenis ini mempunyai kadar air 30 – 35%.

b. Keju keras

Keju jenis ini mempunyai kadar air lebih dari 35% sampai 40% dan diperam dengan bakteri.

c. Keju semi keras

Keju jenis ini mempunyai kadar air lebih dari 40 sampai 45%.

d. Keju lunak

Keju jenis ini diklasifikasikan menjadi: keju peram dan keju tanpa peram. Keju lunak peram mempunyai kadar air lebih dari 45% sampai 52% terdiri dari yang diperam dengan kapang yaitu *camembert cheese* dan yang diperam dengan bakteri yaitu *limburger cheese*. Keju lunak tanpa pemeraman dengan kadar air lebih dari 52% sampai 80% terdiri dari yang berkadar lemak rendah yaitu *cottage cheese* (0,5 – 1,5%) dan berkadar lemak tinggi yaitu *cream cheese* (30% lemak).

Berdasarkan pemeramannya, keju diklasifikasikan menjadi:

1) Keju peram

2) Keju tanpa peram

(Anonim^b, 2012).

2. Kadar Bahan Kering

Bahan kering merupakan salah satu cara pengukuran yang terkandung dalam bahan pangan. Bahan kering mengandung senyawa-senyawa organik seperti lemak, protein, serat, karbohidrat dan senyawa-senyawa anorganik seperti mineral (Marlina, 2007).

Keju yang dibuat dengan cara fermentasi atau bukan yang diperoleh melalui koagulasi susu, krim susu, susu skim atau campurannya mengandung minimal 23 gram bahan kering setiap 100 gram dalam bentuk gel mengandung tidak banyak air, mengandung lemak (keju berlemak), mengandung sedikit laktosa dan mengandung mineral (Murti, 2004a).

3. Kadar Protein

Protein akan mengalami koagulasi apabila dipanaskan, suasana asam atau oleh adanya enzim *protease*. Penggumpalan protein atau terjadinya koagulasi digunakan dasar pengolahan susu untuk pembuatan keju. Gumpalan protein tersebut disebut *curd* dan *whey* adalah cairan yang diperoleh dari susu yang telah dipisahkan dari lemak dan kasein (Soeparno *et al.*, 2001).

Protein susu khususnya komponen kasein yang merupakan komponen utama protein susu (72-80%), kasein sering disebut dengan fraksi menggumpal. Kasein susu tersusun dari berbagai komponen yaitu kasein α , kasein β , kasein γ , kasein yang berperan menyatukan kasein-kasein dalam agregat heterogen subsferik berdimensi kecil yang dinamakan misel kasein. Suatu sifat misel kasein berkaitan pembuatan keju karena mudah rusaknya misel kasein yang disebabkan asam dan enzim, khususnya *rennet* (Murti, 2004b).

4. Kadar Lemak

Lemak pada susu merupakan sumber dari komponen-komponen pembentuk cita-rasa, aroma, rasa dan kelembutan pada keju. Pengaruh dari lemak tidak hanya tergantung pada jenis keju tetapi juga dari komposisi dan karakter fisik dari lemak. Keju yang dibuat dari susu tanpa lemak pada umumnya mempunyai sifat yang kering dengan tekstur yang keras dan tidak membentuk cita-rasa khas keju yang diharapkan (Daulay, 1991).

Koagulasi lemak tidak mempunyai peran aktif. Globula lemak terperangkap dalam jaringan kasein yang menggumpal, akan tetapi kadar lemak susu dapat berpengaruh pada koagulasi susu. Kadar lemak tinggi dapat mengganggu penggumpalan protein karena susu kaya lemak membutuhkan lebih banyak *rennet* untuk menggumpalkan susu dibandingkan susu yang rendah lemak, hal ini dikarenakan bahan lemak terikat secara mekanik biasa dalam jaringan. Reaksi mekanik yang berobek atau membuka jaringan protein menggumpal akan mengeluarkan

lemak, sehingga dengan kadar lemak tinggi dibutuhkan kerja mekanik lebih intensif (Murti, 2004b).



III MATERI DAN METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2011 sampai dengan Maret 2012. Tempat penelitian yaitu, pembuatan *rennet* dilaksanakan di Laboratorium Industri Pengolahan Hasil Ternak. Pembuatan getah biduri, pembuatan keju, analisis fisik dan komposisi kimia dilaksanakan di Sublab Kimia dan Biologi Laboratorium MIPA Pusat, Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Analisis kadar protein dilaksanakan di Laboratorium Kimia Kesuburan dan Biologi Tanah, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Pengujian aktivitas getah biduri dilaksanakan di Laboratorium Chem-Mix Pratama, Bantul, Yogyakarta.

B. Bahan dan Alat Penelitian

1. Bahan yang digunakan untuk pembuatan keju adalah *rennet*, getah biduri, CaCO_3 dan susu sapi. Pembuatan *rennet* menggunakan asam borat 4%, garam 5%, aquades dan abomasum kering. Susu sapi berasal dari peternakan sapi perah CV. Murni Surakarta sebanyak 16 liter. Analisis kadar protein keju menggunakan larutan H_2SO_4 pekat, katalisator CuSO_4 , K_2SO_4 , NaOH 40% , HCl 0,1 N, asam boraks 0,1 N, indikator mix, indikator pp. Analisis kadar lemak menggunakan petroleum ether.
2. Alat yang digunakan meliputi pisau, kertas saring, oven, pasteurisator, inkubator, desikator, tang cruise, pH meter, termometer, alat pres, beban, erlenmeyer, patridis, pipet ukur, gelas beker, gelas ukur, kain saring, plastik, aluminium foil, toples, statif, labu kjeldahl, timbangan analitik, kertas saring, soxhlet dan refrigerator.

C. Metode Penelitian

1. Pembuatan *rennet*

Pembuatan *rennet* diawali dengan penyembelihan anak domba secara syariat Islam, kemudian mengambil bagian abomasum domba dan dibersihkan dari deposit lemak. Saluran pada abomasum diikat dengan tali

dan saluran lainnya ditiup sampai menggebu seperti balon. Balon abomasum ini digantung sampai kering selama 3 hari. Abomasum yang telah kering ditimbang menggunakan timbangan analitik, kemudian dipotong dengan ukuran yang kecil.

Tahap selanjutnya membuat larutan NaCl 5% yang ditambahkan asam borat 4% ke dalam 1 liter aquades. Larutan tersebut digunakan untuk merendam potongan abomasum kering dengan perbandingan 1 liter larutan untuk abomasum seberat 80 gram. Potongan abomasum kering direndam selama lima hari pada suhu kamar, kemudian campuran itu disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang dihasilkan merupakan *rennet* yang dapat menggumpalkan susu pada proses pembuatan keju (Murti, 2004a).

2. Penyadapan dan pengeringan getah biduri

Tanaman Biduri diperoleh dari daerah desa Jatikuwung, Gondangrejo, Karanganyar. Getah tanaman biduri disadap dari pucuknya sekitar 5 cm, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 24 jam untuk menghilangkan zat anti nutrisi sehingga dapat digunakan dalam pembuatan keju.

3. Pembuatan keju

Prinsip pembuatan keju (Modifikasi Hutagalung, 2008) :

Susu sapi segar berasal dari peternakan sapi perah CV. Murni Surakarta sebanyak 16 liter. Susu dipasteurisasi menggunakan alat pasteurisator sampai mencapai suhu 63°C selama 30 menit. Perlakuan kontrol dengan *rennet*, susu didinginkan sampai suhu 40°C dan ditambahkan *rennet* dengan perbandingan 1 liter susu dengan 0,020% *rennet* dan ditambahkan bahan aditif CaCO₃ 0,01%. Perlakuan getah biduri, susu didinginkan pada suhu 55°C kemudian ditambahkan sesuai perlakuan dengan perbandingan P1: susu 1 liter + getah biduri 0,015 % + CaCO₃ 0,01%; P2 : Susu 1 liter + getah biduri 0,020% + CaCO₃ 0,01% ; P3 : susu 1 liter + getah biduri 0,025% + CaCO₃ 0,01%. Perlakuan kontrol dimasukkan dalam inkubator pada suhu 40°C sedangkan perlakuan getah

biduri di inkubasi pada suhu 55⁰C. Perbedaan suhu tersebut dikarenakan optimasi aktivitas enzim yang berbeda (Witono *et al.*, 2008). Terbentuk dua lapisan setelah dilakukan inkubasi selama 20 jam, lapisan tersebut terdiri dari *curd* dan *whey*. Proses pemisahan antara *curd* dan *whey* menggunakan kain saring, selanjutnya dilakukan pengepresan. *Curd* yang terpisah dari *whey* kemudian ditambahkan NaCl 2% dari berat *curd*, selanjutnya diuji kualitas fisik dan komposisi kimia dari keju tersebut.

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Macam Perlakuan

Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola searah. Perlakuan (P0, P1, P2, dan P3) diulang 4 kali dan setiap ulangan terdiri dari 1 liter susu. Perlakuan yang diberikan adalah sebagai berikut:

$P_0 = \text{Susu sapi 1 liter} + \text{rennet } 0,020\% \text{ (v/v)} + \text{CaCO}_3 \text{ } 0,01\%$

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

$P_2 = \text{Susu sapi 1 liter} + \text{Getah Biduri } 0,020\% \text{ (w/v)} + \text{CaCO}_3 \text{ } 0,01 \%$

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

2. Peubah Penelitian

a. Uji kualitas fisik

1) Berat *curd*

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

2) Rendemen *curd* (Murti, 2004b).

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

$\text{Rendemen Curd} = \text{Kadar bahan kering} \times \text{Berat curd}$

b. Uji kualitas kimia

1) Kadar air (Sudarmaji *et al.*, 1989)

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

$$M = \frac{A}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

M = kadar air sampel

A = berat sampel

B = berat sampel setelah pengeringan

2) Bahan kering (Sudarmaji *et al.*, 1989)

Diambil dengan menghitung berat keju dikurangi kadar air.

3) Kadar protein (Sudarmaji *et al.*, 1989)

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

$$KP = \frac{(ml\ NaO\ b\ a\ kmL\ NaO\ am\ e\ 100\ 1,00\ N\ NaO}{be\ a\ am\ e\ 1000} \times 6,38 \times 100\%$$

Keterangan :

KP = kadar protein

14,008 = berat molekul nitrogen

N NaOH = normalitas NaOH

6,38 = faktor konversi keju

4) Kadar lemak (Apriyantono *et al.*, 1989)

Pengukuran kandungan lemak dilakukan dengan mengambil sampel keju sebanyak 1,5 gram dibungkus ke dalam kertas saring kemudian dioven dalam suhu 105⁰C hingga berat konstan selama 24 jam. Sebelum kertas saring diekstraksi, sebelumnya dimasukkan dalam desikator selama 1 jam, kemudian ditimbang untuk mengetahui berat awal. Kertas saring dimasukkan ke dalam *soxhlet*, kemudian labu lemak dihubungkan dengan *soxhlet* dan ditambahkan pelarut petroleum eter 150 ml melewati *soxhlet*. Labu lemak dan *soxhlet* dihubungkan dengan penangas dan diekstrak selama 6 jam. Setelah ekstraksi selesai, kertas saring dimasukkan ke dalam oven bersuhu 105⁰C selama 4 jam. Setelah dingin, kertas

saring dimasukkan ke dalam desikator selama 1 jam sebagai berat akhir. Kandungan lemak pada keju dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan:

KL = kadar lemak

a = berat kering sebelum diekstrasi

b = berat kering sesudah diekstrasi

E. Cara Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis menggunakan analisis variansi berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola searah untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati.

Model matematika yang digunakan adalah sebagai berikut :

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

Keterangan:

Y_{ij} = Nilai pengamatan perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = Nilai pengamatan tengah umum

τ_i = Pengaruh perlakuan ke-i

ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Apabila diperoleh hasil yang berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji *Dunnet*. Metode ini hanya membutuhkan satu nilai pembanding yang digunakan untuk membandingkan antara kontrol dengan perlakuan lainnya (Setiawan, 2011).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kualitas Fisik Keju

1. Berat *Curd*

Rerata berat *curd* hasil penelitian disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Rerata berat *curd* (gram)

Ulangan	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
1	103,786	69,480	73,154	84,758
2	100,519	72,269	71,607	84,524
3	100,425	72,848	76,682	82,101
4	101,892	74,381	74,115	79,401
Rerata	101,656	72,245**	73,890**	82,696**

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan tanda ** menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Rerata berat *curd* yang dihasilkan dalam penelitian P0, P1, P2 dan P3 berturut-turut yaitu 101,656; 72,245; 73,890; 82,696 gram. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan P1, P2 dan P3 berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap berat *curd*. Perlakuan getah biduri pada P1, P2 dan P3 masih rendah dibandingkan dengan kontrol, ini dimungkinkan karena penggunaan getah biduri dalam pembuatan keju konsentrasi enzim masih rendah untuk menggumpalkan protein susu, sehingga menyebabkan berat *curd* masih rendah dibandingkan dengan *curd* kontrol. Menurut Walstra *et al.*, (1999) *curd* yang terbentuk dipengaruhi bahan koagulan, sedangkan koagulan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu nilai pH, suhu inkubasi, konsentrasi substrat dan konsentrasi bahan koagulan. Menurut Murti (2004b) proses pembentukan *curd* pada prinsipnya kasein susu terdiri dari kasein α , β dan *kappa* yang mempunyai fungsi masing-masing. Peran kasein *kappa* berfungsi untuk menjaga kestabilan antar misel kasein sehingga dalam keadaan normal seperti itu susu berwarna putih dan tidak mengalami pembekuan. Pada kasein *kappa* terdapat 169 asam amino, asam amino *phenilalanin* dan

methionin rantai ke 105-106 akan mengalami hidrolisis akibat aksi *rennet*. Putusnya ikatan *phenilalanin* dan *methionin* akan menyebabkan kasein *kappa* tidak berfungsi sebagai menjaga kasein dan kasein akan pecah sehingga mengakibatkan penggumpalan. Enzim penggumpal susu selain *rennet*, kurang spesifik tetapi mempunyai pengaruh yang sama.

Menurut Walstra *et al.*, (1999), standar *curd* yang terbentuk dalam pembuatan keju komersial berkisar 10-30% dari total susu yang diolah atau dalam 1 liter susu yang diolah dapat menghasilkan *curd* setidaknya 100 gram.

2. Rendemen *Curd*

Nilai rerata rendemen *curd* yang diperoleh dari hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Rerata rendemen *curd* (gram)

Ulangan	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
1	29,940	26,976	28,038	32,738
2	27,888	26,586	27,627	32,857
3	28,771	27,378	30,352	32,498
4	28,209	28,433	27,374	29,309
Rerata	28,702	27,343	28,348	31,851**

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan tanda ** menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Rerata nilai rendemen *curd* yang dihasilkan dalam penelitian P0, P1, P2 dan P3 berturut-turut yaitu 28,702; 27,343; 28,348; 31,851 gram. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan P3 berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rendemen *curd*, sedangkan perlakuan P1 dan P2 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dan mempunyai nilai rendemen *curd* yang masih rendah dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan P3 mempunyai nilai rendemen yang tinggi yaitu 31,851 gram. Tingginya rendemen disebabkan oleh aktivitas *protease* biduri yang menghasilkan *curd* yang semakin banyak (Tabel 2) dan cenderung menurunkan kadar air pada keju (Tabel 4). Peningkatan jumlah penggunaan getah biduri mengakibatkan meningkatnya aktivitas enzim

protease dalam menghidrolisis substrat. Semakin meningkatnya aktivitas enzim *protease* biduri semakin banyak protein yang digumpalkan sehingga semakin banyak *curd* yang dihasilkan. Skovmose (2006) *cit.* Maulidayanti (2011) menyebutkan bahwa kandungan protein dan lemak susu berpengaruh besar terhadap rendemen keju yang dihasilkan pada tingkat kadar air yang tetap. Jika semakin tinggi kandungan lemak dan protein susu, maka semakin tinggi nilai rendemen. Protein dan lemak merupakan salah satu komponen total solid yang ada di dalam susu. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi penggunaan getah biduri, maka semakin banyak *curd* yang dihasilkan dan menurunkan kadar air (Tabel 4), sehingga nilai rendemen akan semakin tinggi pula. Menurut Sariyanto (2005), menyatakan bahwa semakin tinggi rendemen maka semakin tinggi nilai ekonomisnya sehingga lebih efektif.

B. Komposisi Kimia Keju

1. Kadar Air

Nilai rerata kadar air yang diperoleh dari hasil keju penelitian dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Rerata kadar air (%) keju penelitian.

Ulangan	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
1	71,152	61,175	61,673	61,375
2	72,256	63,212	61,419	61,127
3	71,351	62,418	60,419	60,417
4	72,315	61,774	63,066	63,088
Rerata	71,768	62,145**	61,644**	61,502**

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan tanda ** menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Nilai rerata kadar air yang dihasilkan dalam penelitian P0, P1, P2 dan P3 berturut-turut yaitu 71,768; 62,145; 61,644; 61,502%. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan P1, P2 dan P3 berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air. Hasil tersebut menunjukkan semakin tinggi penggunaan koagulan getah biduri dapat menurunkan kadar air dalam keju. Penurunan ini dimungkinkan karena

peningkatan jumlah penggunaan getah biduri mengakibatkan meningkatnya aktivitas enzim *protease*. Meningkatnya aktivitas enzim dalam menghidrolisis maka semakin banyak air yang digunakan sehingga mengurangi kadar air dalam *curd*. Enzim *protease* termasuk ke dalam golongan enzim *hidrolase* sehingga dalam menghidrolisis substrat harus dengan pertolongan air (Frazier dan Westhoff, 1983 *cit.* Jamilatun, 2009).

Kristanti (2008) menyatakan bahwa kadar air dalam keju mempengaruhi tekstur keju yang dihasilkan. Menurunnya kadar air mengakibatkan tekstur *curd* menjadi lebih keras. Kondisi ini disebabkan air lebih banyak keluar dari *whey*. Murti (2004b) menyatakan penggolongan keju berdasarkan kadar air, keju terbagi menjadi keju keras (*hard*) dengan kadar air 20-42%, setengah keras (*semi hard*) dengan kadar air 44-55% dan keju lunak (*soft*) dengan kadar air lebih dari 56%. Keju yang dihasilkan pada penelitian tergolong ke dalam keju lunak dikarenakan kadar air lebih dari 56%.

2. Kadar Bahan Kering

Rerata kadar bahan kering keju hasil penelitian disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Rerata kadar bahan kering (%) keju penelitian.

Ulangan	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
1	28,848	38,825	38,327	38,625
2	27,744	36,788	38,581	38,873
3	28,649	37,582	39,581	39,583
4	27,685	38,226	36,934	36,912
Rerata	28,232	37,855**	38,356**	38,498**

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan tanda ** menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Rerata kadar bahan kering yang dihasilkan dalam penelitian P0, P1, P2 dan P3 berturut-turut yaitu 28,232; 37,855; 38,356; 38,498%. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan P1, P2 dan P3 berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar bahan kering. Perlakuan P1, P2 dan P3 menunjukkan terjadinya kenaikan kadar bahan kering dibandingkan P0. Kenaikan ini disebabkan oleh peningkatan penggunaan getah biduri yang

mengakibatkan meningkatnya aktivitas enzim *protease* dalam menghidrolisis substrat. Semakin meningkatnya aktivitas hidrolisis semakin banyak air yang digunakan sehingga mengurangi kadar air dalam *curd*. Kadar air yang rendah berarti kandungan bahan keringnya tinggi. Bahan kering merupakan salah satu cara pengukuran yang terkandung dalam bahan pangan. Bahan kering mengandung senyawa-senyawa organik seperti lemak, protein, serat, karbohidrat dan senyawa-senyawa anorganik seperti mineral (Marlina, 2007).

Murti (2004a) menyatakan bahwa keju memiliki minimal 23 gram bahan kering setiap 100 gram keju. Keju dibuat dengan cara fermentasi atau bukan fermentasi yang terdiri dari kasein susu dalam bentuk gel yang tidak banyak mengandung air. Keju mengandung lemak, sedikit laktosa dan sejumlah variasi kandungan mineral.

3. Kadar Protein

Nilai rerata kadar protein yang diperoleh dari hasil keju penelitian dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Rerata kadar protein (%) keju penelitian.

Ulangan	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
1	13,950	15,620	15,170	17,330
2	13,620	15,810	16,200	16,880
3	14,580	14,960	16,460	16,240
4	12,740	15,650	15,090	15,800
Rerata	13,720	15,510**	15,730**	16,560**

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan tanda ** menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Berdasarkan hasil analisis kadar protein dengan metode Kjeldhal menunjukkan bahwa kadar protein keju perlakuan P0, P1, P2 dan P3 berturut-turut yaitu 13,72; 15,51; 15,73; 16,56%. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan P1, P2 dan P3 berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar protein. Hal ini terjadi karena getah biduri mengandung enzim *protease* yang dapat menggumpalkan protein. *Protease* dimanfaatkan untuk menggumpalkan protein susu dalam

pembuatan keju (Daulay dan Alfi, 1996). Penggunaan getah biduri yang semakin banyak akan meningkatkan konsentrasi dan aktivitas enzim *protease* biduri dalam menggumpalkan protein. Penggunaan enzim *protease* biduri yang semakin tinggi dalam pembuatan keju dapat meningkatkan kandungan protein keju. Aktivitas enzim dalam memecah protein menjadi peptida meningkat seiring meningkatnya konsentrasi enzim (Winarno, 1986).

Menurut Direktorat Gizi Departemen Pertanian (2001) *cit.* Estikomah (2010), kandungan protein keju *unripened* komersial sebesar 14% dan menurut Walstra *et al.*, (1999), kandungan protein keju *cottage white cheese* sebesar 16% sehingga keju hasil koagulasi enzim *protease* tanaman biduri dapat digolongkan pada keju tersebut karena tergolong ke dalam keju putih tanpa pemeraman. Penggunaan getah biduri sebanyak 0,025% dapat memenuhi kriteria kandungan protein tersebut.

4. Kadar Lemak

Nilai rerata kadar lemak yang diperoleh dari hasil keju penelitian dapat dilihat pada Tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7. Rerata kadar lemak (%) keju penelitian.

Ulangan	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
1	11,657	17,621	16,992	17,994
2	11,099	18,240	18,090	16,558
3	11,406	16,843	19,231	18,093
4	12,624	17,450	17,462	15,982
Rerata	11,696	17,539**	17,944**	17,157**

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan tanda ** menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Berdasarkan hasil analisis kadar lemak dengan metode *soxlet* menunjukkan bahwa kadar lemak keju perlakuan P0, P1, P2 dan P3 berturut-turut yaitu 11,696; 17,539; 17,944; 17,157%. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan P1, P2 dan P3 berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar lemak. Prinsip pembuatan keju adalah menggumpalkan protein susu sehingga lemak hanyalah komponen yang

tergabung dalam gumpalan yang tidak dipengaruhi oleh kerja *rennet* maupun bahan koagulan lain. Meningkatnya kadar bahan kering yang semakin banyak menyebabkan meningkatnya komponen lemak yang terperangkap dalam *curd*, sehingga kadar lemak dalam *curd* pada perlakuan getah biduri lebih banyak daripada keju kontrol. Menurut Fox (1993) *cit.* Jamilatun (2009) menyatakan kadar lemak dalam keju mentah yang terbentuk pada penelitian dihitung setelah koagulasi dalam proses pembentukan *curd*. *Curd* terbentuk dari pemecahan kasein oleh enzim dan terperangkap lemak ke dalamnya. Proses pembuatan keju, protein yang ada di dalam keju mengikat 90% lemak susu yang ada di dalam proses pengolahannya.

Widodo (2003), menyatakan penggolongan keju berdasarkan kadar lemak. Keju dengan kadar lemak lebih dari 60% tergolong keju lemak tinggi. Keju dengan kadar lemak 45-60% tergolong keju susu penuh. Keju dengan kadar lemak 25-45% tergolong keju dengan kadar lemak sedang. Keju dengan kadar lemak 10-25% tergolong keju rendah lemak. Keju dengan kadar lemak kurang dari 10% tergolong keju susu skim. Keju yang dihasilkan pada penelitian ini tergolong ke dalam keju dengan kadar lemak rendah. Hasil penelitian ini sejalan dengan Walstra *et al.* (1999) yang menyatakan bahwa kadar lemak keju tanpa pemeraman pada produk *white cheese* sebesar 19%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah kualitas fisik dan komposisi kimia keju yang dihasilkan dengan getah biduri sebanyak 0,025% mempunyai nilai rendemen *curd*, kadar bahan kering, kadar protein dan kadar lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol sehingga dapat digunakan sebagai pengganti koagulan *rennet*.

B. Saran

1. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pembuatan keju dengan penggunaan getah biduri dengan kombinasi penambahan berbagai macam bakteri penghasil asam laktat.
2. Perlu dilakukan penelitian uji organoleptik.

