



KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA KEJU DENGAN KOAGULAN RENET DOMBA LOKAL MUDA BERBENTUK SERBUK DAN TABLET

SITI AMINAH



**DEPARTEMEN ILMU PRODUKSI DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2013**

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Karakteristik Fisik dan Kimia Keju dengan Koagulan Renet Domba Lokal Muda Berbentuk Serbuk dan Tablet adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2013

Siti Aminah
NIM D14080100

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

Bogor Agricultural University

Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)



ABSTRAK

SITI AMINAH. Karakteristik Fisik dan Kimia Keju dengan Koagulan Renet Domba Lokal Muda Berbentuk Serbuk dan Tablet. Dibimbing oleh EPI TAUFIK dan SUTRIYO.

Konsumsi keju di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini memicu pertumbuhan Industri keju lokal. Kebutuhan renet sebagai koagulan juga meningkat, akan tetapi sebagian besar renet masih impor. Di sisi lain, pemotongan domba lokal muda semakin meningkat tiap tahunnya. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah membandingkan karakteristik fisik dan kimia keju dengan koagulan renet dalam bentuk tablet dengan renet dan serbuk yang diproduksi dari abomasum domba lokal muda dengan komersial. Hasil analisis menunjukkan bahwa keju yang dihasilkan berdasarkan *Moisture on Fat Free Basis* (MFFB) tergolong ke dalam keju semi keras dan keju lunak. Adapun nilai rendemen, pH, TAT, kadar air, kadar abu, dan kadar protein keju yang dihasilkan tidak dipengaruhi oleh semua bentuk renet ($P>0.05$), akan tetapi kadar lemak dan kadar laktosa dipengaruhi secara nyata ($P<0.05$).

Kata kunci : abomasum, domba lokal, keju, renet

ABSTRACT

SITI AMINAH. Physical and Chemical Characteristics of Cheese Coagulated with Rennet from Local Lamb in Form of Powder and Tablet. Supervised by EPI TAUFIK and SUTRIYO.

Cheese consumption trend in Indonesia is increasing year to year. As the consequences, local cheese industries is growing. The need for rennet coagulant is also increasing, but most of the rennet is still imported. On the other hand, the local lamb cuts has increased each year. Therefore, the purpose of this research was to compare the physical and chemical characteristics of cheese produced by rennet coagulant in tablet and powder forms produced from local lamb abomasum with commercially available one. The result showed that classified as semi hard and soft cheese based on MFFB. Whereas the value of yield, pH, TA, moisture, ash, protein content of cheese were not significantly affected by all form of rennet ($P>0.05$) but fat and lactose content were affected significantly ($P<0.05$).

Key words: abomasum, cheese, local lamb, rennet



KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA KEJU DENGAN KOAGULAN RENET DOMBA LOKAL MUDA BERBENTUK SERBUK DAN TABLET

SITI AMINAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Peternakan
pada
Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan

**DEPARTEMEN ILMU PRODUKSI DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2013**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Judul Skripsi : Karakteristik Fisik dan Kimia Keju dengan Koagulan Renet Domba Lokal Muda Berbentuk Serbuk dan Tablet.
Nama : Siti Aminah
NIM : D14080100

Disetujui oleh

Dr Epi Taufik, SPt MPVH MSi
Pembimbing I

Sutriyo, MSi Apt
Pembimbing II

Diketahui oleh

Prof Dr Ir Cece Sumantri, MAgSc
Ketua Departemen

Anggal Lulus:

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul Karakteristik Fisik dan Kimia Keju dengan Koagulan Renet Domba Lokal Muda Berbentuk Serbuk dan Tablet dapat diselesaikan. Penelitian ini mendapat dana dari Program Kreativitas Mahasiswa Bidang Penelitian Tahun 2011 dan Program *Tanoto Student Research Award* Tahun 2012.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Dr Epi Taufik, SPt MPVH MSi dan Sutriyo, MSi Apt selaku pembimbing skripsi, serta Dr Ir Bagus Purwanto selaku pembimbing akademik. Terima kasih kepada Muhamad Baihaqi SPt MSc dan Ir Lilis Khotijah, MSi selaku dewan penguji. Terima kasih penulis sampaikan kepada Dr Ir Rarah Ratih Adjie Maheswari, DEA (Alm) yang telah memberikan ide, bimbingan, serta motivasi kepada penulis. Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik tentunya tak lepas dari do'a tulus kedua orang tua penulis yaitu Bapak Karmidi dan Ibu Sutirah.

Terima kasih kepada Tim Penelitian Unggulan Fakultas Peternakan yang telah membantu dalam penyediaan bahan baku berupa abomasum. Terima kasih kepada Devi Murtini, SPt, Dwi Febriantini, dan Bapak Sukmawijaya yang telah banyak membantu dalam teknis penelitian. Tak lupa terima kasih kepada Muhamad Tegar Kusmahidayat Konenda sebagai sahabat tim, Acep Usman Abdulah, Hibatus Zuhriyah, Nisa Mulia Mi'raj, Ariandanu Catur, Raden Iraninta, Dewi Indriyani, Dinis Syifa'ul Haq, Fitria Lindasari, Nunik Rusliyani, Een Nuraeni, teman-teman IPTP 45, *Dairy community*, Santri Rumah Qur'an IPB, dan segenap pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Demikian karya ini saya persembahkan. Semoga bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan menginspirasi berbagai pihak dalam berkarya untuk bangsa.

Bogor, Juni 2013

Siti Aminah

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang memunculkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	1
Ruang Lingkup Penelitian	1
METODE	2
Waktu dan Tempat Penelitian	2
Bahan	2
Alat	2
Prosedur	2
Rancangan dan Prosedur Analisis Data	5
HASIL DAN PEMBAHASAN	5
Pembuatan Tablet Renet	5
Waktu Koagulasi Renet	6
Karakteristik Susu Segar	7
Karakteristik Fisik dan Kimia Keju	7
SIMPULAN DAN SARAN	10
DAFTAR PUSTAKA	10
LAMPIRAN	12

Hak Cipta Diliindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR TABEL

1	Formulasi tablet renet abomasum domba lokal muda	3
2	Persentase mukosa abomasum domba lokal muda umur 11 bulan	5
3	Neraca massa pembuatan tablet renet	5
4	Waktu koagulasi renet pada tahap ekstrak kasar	6
5	Waktu koagulasi renet serbuk dan renet komersial	6
6	Karakteristik bahan baku susu segar	7
7	Karakteristik fisik dan kimia keju	8

DAFTAR LAMPIRAN

1	Analisis ragam rendemen	12
2	Analisis ragam pH	12
3	Analisis ragam TAT	12
4	Analisis ragam kadar air	12
5	Analisis ragam kadar abu	12
6	Analisis ragam kadar protein	12
7	Analisis ragam kadar lemak	13
8	Analisis ragam kadar laktosa	13
9	Perhitungan konversi renet	13
10	Perhitungan penyetaraan kemampuan koagulasi renet	13
11	Perhitungan MFFB	13
12	Gambar produk antara pembuatan tablet renet	13
13	Bentuk renet yang digunakan sebagai perlakuan	14
14	Keju yang dihasilkan dari tiga bentuk renet	14
15	Alat yang digunakan	14

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta dilindungi undang-undang

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Keju merupakan produk olahan susu yang memiliki nilai gizi yang tinggi. Seiring dengan peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya mengkonsumsi makanan yang bergizi, konsumsi keju sebagai makanan fungsional yang bergizi juga semakin meningkat. Peningkatan konsumsi keju nasional mendorong berkembangnya industri keju dalam negeri. Salah satu hal penting dalam industri keju ialah ketersediaan bahan koagulan yaitu renet. Renet yang saat ini digunakan industri keju dalam negeri masih diperoleh dengan jalan impor.

Renet merupakan enzim proteinase hasil ekstraksi abomasum hewan ruminansia muda. Kebutuhan renet dalam negeri masih dipenuhi melalui impor. Renet impor beresiko berasal dari pemotongan hewan yang tidak memenuhi syariat Islam, sehingga diragukan kehalalannya. Selain itu, harga renet impor relatif tinggi. Abomasum domba lokal muda dengan jumlah pemotongan domba mencapai angka 286 ribu ekor per tahun (BPS 2011) belum dimanfaatkan secara optimal. Abomasum domba lokal memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan menjadi bahan baku renet.

Penelitian terkait pemanfaatan abomasum domba sebagai penghasil renet sudah pernah dilakukan (Nisa *et al.* 2009; Amanda 2010; Rosadi 2010). Namun, hasilnya masih dalam bentuk ekstrak sehingga belum praktis baik dalam penyimpanan, distribusi maupun penggunaan. Aplikasi penggunaan renet dalam pembuatan keju di masyarakat memerlukan bentuk yang praktis. Renet dalam bentuk tablet merupakan salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan renet di tingkat masyarakat yang dapat digunakan secara praktis dan mudah ditangani.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membandingkan karakteristik fisik dan kimia keju yang dihasilkan dari koagulan renet abomasum domba lokal muda dalam bentuk tablet dan serbuk dengan renet komersial.

Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini mencakup ekstraksi abomasum domba lokal muda untuk menghasilkan enzim renet, kemudian dilakukan pemurnian, pengeringan, dan pengempaan tablet. Uji pendahuluan yang dilakukan yaitu pengujian waktu koagulasi susu dan uji karakteristik susu. Analisis keju dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia keju yang dihasilkan berupa pengukuran rendemen, pH, Total Asam Tertitrasi (TAT), kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan kadar laktosa.

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2011 hingga bulan April 2013. Penelitian ini bertempat di Laboratorium Pengolahan Susu, Laboratorium Perah, dan Laboratorium Terpadu, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Pembuatan tablet dilakukan di Laboratorium Farmasi Universitas Indonesia.

Bahan

Bahan utama penelitian ini ialah abomasum domba lokal muda dengan umur 11 bulan sebanyak 17 buah, susu sapi segar yang diperoleh dari Laboratorium Lapang Bagian IPT Perah Fakultas Peternakan, dan serbuk renet komersial. Bahan kimia yang dibutuhkan yaitu asam sulfat 10%, amonium sulfat, asam sitrat, natrium sitrat, dan $BaCl_2$. Bahan tablet yang digunakan yaitu laktosa sebagai pengisi dan primogel sebagai bahan penghancur.

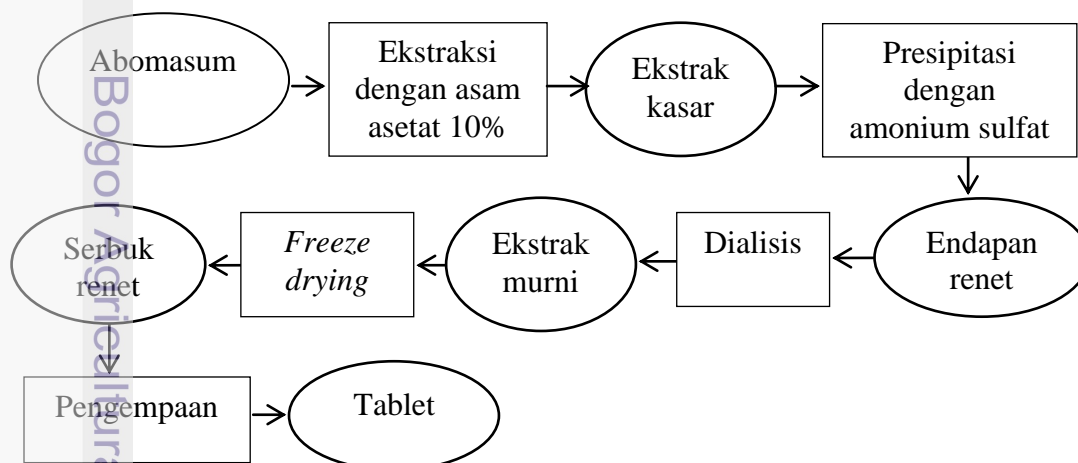
Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *sentrifuse* himac CR 21G, *blender* modifikasi, *rapid flow*, *freeze dryer*, *magnetic stirrer*, membran selofan 10 kDa, mesin pengempa tablet Erweka AR 400, dan inkubator. Alat yang digunakan untuk analisa antara lain Fatex FE 65, *Kjeldahl Nitrogen Digesting Apparatus* OSK 8408A dan satu set proksimat analisis.

Prosedur

Pembuatan Tablet Renet

Pembuatan tablet renet terdiri dari beberapa tahapan yaitu ekstraksi renet, pemurnian renet, pengeringan, dan penabletan. Alur pembuatan tablet renet ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Alur pembuatan tablet renet

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Ekstraksi renet mengacu pada metode Nisa *et al.* (2009) menggunakan pelarut asam asetat 10%. Mukosa dilepaskan dari lapisan dinding abomasum dan dicincang, kemudian ditimbang dan ditambahkan asam asetat 10% dengan perbandingan 1:2 (b/v). Campuran asam asetat dan mukosa dihomogenkan menggunakan blender sebanyak lima kali, masing-masing satu menit dengan selang waktu 30 detik dengan tujuan untuk mempercepat proses ekstraksi. Di sekitar tabung blender diberikan es batu untuk menjaga agar suhu tetap dingin. Selanjutnya disentrifugasi pada suhu 4 °C dengan kecepatan 11 000 rpm selama 20 menit. Supernatan yang terbentuk dipisahkan dari endapan. Supernatan dinetralisasi dengan NaOH 1 N hingga pH renet optimum yaitu 5.4.

Pemurnian enzim renet dilakukan dengan metode presipitasi garam (amonium sulfat) dan dialisis. Amonium sulfat ditambahkan ke dalam supernatan secara bertahap hingga kejenuhan 60% agar enzim mengendap secara optimal. Larutan dihomogenkan dengan *magnetic stirer* di dalam *refrigerator* selama 24 jam kemudian endapan dipisahkan dari supernatannya.

Dialisis mengacu pada Muharini (2003) menggunakan membran selofan 10 Da. Membran dipotong sekitar 10 cm, dicuci dengan air mengalir 3-4 jam untuk menghilangkan gliserin. Membran direndam dalam larutan Na₂SO₃ 0.3% pada suhu 80 °C selama 1 jam dan dicuci dengan air panas 60 °C selama 2 menit. Membran diasamkan dengan asam sulfat 0.2% dan dibilas dengan air panas. Endapan renet dimasukkan ke dalam membran dan kedua ujung membran diikat. Membran kemudian dicelupkan ke dalam larutan 0.05 M buffer sitrat pH 4 sambil aduk dengan *magnetic stirer* di dalam *refrigerator*. Larutan buffer diganti satu jam sekali hingga garam amonium sulfat tidak terdapat lagi di dalam endapan. BaCl₂ digunakan sebagai pendeteksi masih ada atau tidaknya garam amonium sulfat dalam larutan buffer. Endapan renet dikeringkan dengan metode *freeze drying* pada suhu -50 °C dan tekanan 10 mmHg.

Pembuatan tablet dilakukan dengan metode kempa langsung secara manual. Bahan-bahan ditimbang sesuai dengan formulasi pada Tabel 1. Bahan-bahan tersebut dihomogenkan. Campuran ditimbang sebanyak 100 mg dan dikempa menggunakan mesin pencetak tablet. Formulasi tablet yang digunakan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Formulasi tablet renet abomasum domba lokal muda

Bahan	Jumlah (mg)	Persentase (%)
Serbuk renet	2.6	2.6
Laktosa	93.4	93.4
Primogel	4.0	4.0
Total	100.0	100.0

Pengujian Waktu Koagulasi

Pengujian aktivitas koagulasi dilakukan pada tahap ekstrak renet dan serbuk renet. Pengujian dilakukan menggunakan susu segar yang dipasteurisasi pada suhu 90 °C selama 15 detik. Susu diturunkan suhunya hingga 40 °C dan ditambahkan larutan asam laktat hingga pH mencapai 6.0 serta dikondisikan pada suhu 40 °C dalam *water bath*. Ekstrak renet atau serbuk renet dimasukan ke dalam susu dan diamati waktu koagulasi awal dan waktu koagulasi sempurna. Pengukuran waktu koagulasi susu dilakukan dengan melihat selang waktu antara



waktu pertama memasukan renet ke dalam susu sampai terjadinya proses awal koagulasi susu ditandai dengan terbentuknya butir-butir kecil dalam susu. Koagulasi sempurna ditandai dengan tidak adanya butiran yang menempel pada pisau *curd* saat dilakukan pemotongan.

Penentuan Konsentrasi Renet

Hasil pengujian dijadikan acuan untuk menentukan konsentrasi serbuk renet yang digunakan dalam formulasi tablet dan penentuan konsentrasi renet komersial sebagai perlakuan kontrol. Hasil pengujian ekstrak kasar dikonversi menjadi bentuk serbuk dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{\text{Bobot serbuk renet yang digunakan}}{\text{Bobot serbuk rennet hasil freeze dry}} = \frac{\text{Volume ekstrak renet terbaik}}{\text{Volume ekstrak renet total}}$$

Perlakuan renet komersial sebagai kontrol dibagi menjadi 2 yaitu renet komersial 1 dan renet komersial 2. Renet komersial 1 yaitu konsentrasi renet komersial yang diberikan telah disetarakan kemampuannya berdasarkan kecepatan koagulasi. Perlakuan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan renet yang berbeda dengan kecepatan koagulasi yang sama terhadap karakteristik fisik dan kimia keju. Konsentrasi renet komersial 1 ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi komersial 1} = \frac{\text{Waktu koagulasi renet komersial}}{\text{Waktu koagulasi renet serbuk}} \times \text{Konsentrasi renet}$$

Renet komersial 2 yaitu konsentrasi renet komersial yang diberikan sama dengan konsentrasi renet serbuk. Perlakuan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan renet yang berbeda dengan jumlah pemberian yang sama terhadap karakteristik fisik dan kimia keju.

Pembuatan Keju

Pembuatan keju diawali dengan pasteurisasi susu pada suhu 90 °C selama 15 detik. Susu diturunkan pH nya hingga 6.0 dengan penambahan larutan asam laktat. Koagulan renet dimasukkan ke dalam susu. Renet serbuk dapat secara langsung ditambahkan, sedangkan tablet renet dihancurkan terlebih dahulu sebelum dicampurkan ke dalam susu. Pengadukan dilakukan hingga merata. Susu ditempatkan pada inkubator dengan suhu 40 °C. Jika koagulasi sempurna telah tercapai, *curd* dipotong persegi. *Scalding* dilakukan pada suhu 40 °C selama 60 menit hingga *whhey* terpisah dengan optimal. *Curd* disaring dan disimpan dalam *refrigerator*.

Karakterisasi Keju

Karakteristik keju yang diuji dalam penelitian ini meliputi karakteristik fisik dan kimia. Karakteristik keju dianalisa menggunakan metode AOAC (1995). Peubah yang diamati meliputi rendemen, nilai pH, total asam tertitiasi, kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak. Analisa kadar laktosa dengan metode Teles *et al.* (1978). Keju yang dihasilkan diklasifikasikan berdasarkan *Moisture on a Fat Free Basis* (MFFB) menurut *Codex Alimentarius Commission* (2006).

Rancangan dan Prosedur Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan. Perlakuan yang diujikan yaitu konsentrasi ekstrak kasar renet dengan tiga level pengujian (2%, 3%, dan 4%). Rancangan ini juga digunakan pada analisis keju dengan renet yang berbeda (serbuk renet, tablet renet, renet komersial 1, dan renet komersial 2). Model matematika yang digunakan menurut Matjik dan Sumertajaya (2000) sebagai berikut :

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

Keterangan :

- : Respon yang didapat dari pengaruh perlakuan taraf ke-i dan ulangan ke-j
- : Nilai rata-rata umum
- : Pengaruh perlakuan taraf ke-i
- : Perlakuan
- : Ulangan 1, 2, dan 3

Data dianalisis dengan *Analysis of variance* (ANOVA). Apabila hasil berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Tukey.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Tablet Renet

Bagian mukosa merupakan bagian utama yang diekstraksi untuk mendapatkan enzim renet. Pada mukosa abomasum, enzim renet dihasilkan oleh *chief cell* (sel utama) dalam bentuk perkursor inaktif yang disebut prokimosin yang dapat diaktifkan dengan penambahan asam (Atallah 2007). Persentase mukosa dari abomasum penting untuk diketahui berkaitan dengan banyaknya enzim renet yang dapat dihasilkan. Persentase mukosa dari 17 abomasum domba dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Persentase mukosa abomasum domba lokal muda umur 11 bulan

Rata-rata abomasum (g)	Rata-rata Mukosa (g)	Rendemen (%)
87.58 ± 16.02	55.80 ± 15.83	63.37 ± 10.65

Rata-rata bobot abomasum yang dihasilkan sebesar 87.58 g, sesuai dengan Nisa *et al.* (2009) yang melaporkan bahwa abomasum domba lokal muda umur 6 sampai 12 bulan memiliki berat sekitar 50 g sampai 100 g. Mukosa merupakan bagian yang dominan pada abomasum domba lokal muda yaitu sebesar 63.37% dari bobot abomasum. Neraca massa pembuatan tablet ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Neraca massa pembuatan tablet renet

Jumlah abomasum	Ekstrak kasar	Endapan	Serbuk renet	Tablet renet
17 buah	1000 ml	40 ml	0.64 g	246 buah

Sebanyak 17 abomasum domba lokal berumur 11 bulan dapat menghasilkan tablet renet sebanyak 246 buah dengan bobot 100 mg per tablet. Satu tablet renet

dapat mengkoagulasikan susu sebanyak 100 ml. Jika dilakukan perhitungan sederhana, satu abomasum dapat menghasilkan tablet sebanyak 14 buah yang dapat mengkoagulasi susu sebanyak 1.4 liter susu.

Waktu Koagulasi Renet

Waktu koagulasi merupakan parameter penting dalam proses pembuatan keju. Ikonen dan Outi (1999) menyatakan bahwa waktu koagulasi terbaik dapat meningkatkan efisiensi pembuatan keju. Hasil uji aktivitas koagulasi ekstrak rennet dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Waktu koagulasi rennet pada tahap ekstrak kasar

Konsentrasi (%)	Waktu Koagulasi ¹ (menit)	
	Awal	Sempurna
2	12.38a	85a
3	5.98b	71b
4	4.68b	63c

¹angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang tidak sama berbeda nyata ($P < 0.05$).

Berdasarkan data di atas, Ekstrak kasar rennet 2% memerlukan waktu yang lebih lama untuk mencapai waktu koagulasi awal dibandingkan konsentrasi 3% dan 4% yang keduanya tidak berbeda. Penambahan konsentrasi rennet pada susu mengakibatkan waktu koagulasi awal semakin pendek Lanfeld (2012). Taraf 4% merupakan taraf yang terbaik, digunakan dalam proses selanjutnya. Dilihat dari pencapaian waktu koagulasi sempurna yang paling singkat. Oleh karena itu, konsentrasi 4% digunakan sebagai acuan pada tahapan selanjutnya. Konsentrasi 4% kemudian dikonversi dalam bentuk serbuk sehingga didapatkan jumlah serbuk rennet yang paling efektif sebesar 0.0026 g dalam 100 ml susu. Rennet serbuk dan rennet komersial kemudian diuji aktivitas koagulasinya. Hasil uji aktivitas rennet serbuk dan komersial tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5 Waktu koagulasi rennet serbuk dan rennet komersial

Jenis rennet ^a	Waktu koagulasi (menit)	
	Awal	Sempurna
Serbuk rennet	137.00±19.97	210.00±26.63
Rennet komersial	17.62± 2.07	51.84± 2.13

^aMenggunakan konsentrasi rennet sebanyak 0.026 g dalam 100 ml susu.

Hasil pengujian pada Tabel 5 digunakan untuk menentukan jumlah rennet dalam perlakuan rennet komersial 1. Berdasarkan uji waktu koagulasi, rennet komersial memiliki kemampuan 4 kali rennet serbuk, sehingga konsentrasi yang digunakan dalam perlakuan rennet komersial 1 sebesar 0.00064 g/100 ml susu.

Aktivitas koagulasi rennet komersial lebih baik daripada rennet abomasum domba lokal muda diduga karena perbedaan kandungan khimosin. Penggumpalan susu terjadi melalui dua tahap yaitu tahap enzimatik dengan reaksi hidrolisis dan tahap agregasi protein enzim (Najera *et al.* 2003). Khimosin merupakan koagulan utama karena dapat memotong ikatan peptida spesifik pada κ -kasein pada ikatan Phe₁₀₅-Met₁₀₆ yang menghasilkan *para*- κ -kasein dan makropeptida. Jika hidrolisis

κ -kasein mencapai 85%, stabilitas misel kasein menurun dan terjadi proses koagulasi (Mark 2001; McSweeney 2007). Renet komersial memiliki kandungan khimosin cukup tinggi dibandingkan dengan renet serbuk. Renet komersial yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai kandungan khimosin lebih dari 95%, sedang-kan renet dari hasil ekstraksi abomasum domba lokal muda memiliki kandungan khimosin dan pepsin yang seimbang (Nisa *et al.* 2009). Perbedaan kandungan khimosin ini diduga karena renet serbuk meskipun telah melalui pemurnian, akan tetapi masih mengandung residu berupa protein-protein lain sehingga kandungan khimosin lebih sedikit dibanding renet komersial.

Karakteristik Susu Segar

Karakteristik bahan baku susu segar penting diketahui karena akan menentukan karakteristik keju yang dihasilkan. Karakteristik susu segar mengacu pada SNI-01-3141-2011. Hasil uji karakteristik fisik dan kimia susu segar yang akan digunakan sebagai bahan baku dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Karakteristik bahan baku susu segar

Karakteristik	Bahan baku susu segar	Standar ¹ SNI-01-3141-2011
Berat jenis pada suhu 27,5°C (g/ml)	1.028	≥ 1.027
pH	6.67±0.00	6.3 - 6.8
Kadar lemak (%)	3.77±0.06	≥ 3.0
Kadar bahan kering tanpa lemak (%)	8.24±0.01	≥ 7.8
Kadar protein (%)	2.92±0.14	≥ 2.8
Kadar laktosa (mg/ml)	34.80±0.00	-
Total Asam Titrasi (TAT)	0.21±0.00	-
Total plate count (cfu/ml)	4 x 10 ⁵	1 x 10 ⁶

¹Sumber: BSN (2011)

Komposisi susu sangat berpengaruh pada rendemen dan komposisi keju yang dihasilkan (Walstra 2006). Berdasarkan Tabel 6, susu segar yang akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan keju memiliki karakteristik yang sesuai dengan SNI-01-3141-2011 baik dari karakteristik fisik, kimia, maupun mikrobiologi, sehingga susu yang dihasilkan dapat digunakan untuk produk olahan susu khususnya pembuatan keju.

Karakteristik Fisik dan Kimia Keju

Karakteristik yang dianalisis meliputi karakteristik fisik dan kimia keju yang dihasilkan dari koagulan renet serbuk, tablet renet, dan renet komersial sebagai kontrol. Karakteristik fisik meliputi rendemen dan pH. Karakteristik kimia meliputi total asam titrasi, kadar air, kadar protein, kadar lemak, dan kadar laktosa. Klasifikasi keju mengacu pada *Codex Alimentarius Commission* 2006. Hasil analisis karakteristik fisik dan kimia keju disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 Karakteristik fisik dan kimia keju

Peubah	Bentuk renet ¹			
	Serbuk	Tablet	Komersial 1	Komersial 2
MFFB (%) ²	65.90	70.97	70.07	79.01
Sifat Fisik				
Rendemen	15.91±1.70	17.80±1.02	16.50±1.36	16.35±1.43
pH	6.23±0.02	6.20±0.03	6.25±0.03	6.23±0.01
Sifat Kimia				
TAT	0.30±0.10	0.29±0.05	0.27±0.00	0.21±0.03
Kadar Air (%)	64.87±1.08	67.40±4.18	68.38±2.88	70.02±2.34
Kadar abu (%)	1.42±0.19	1.42±0.20	1.51±0.04	1.61±0.35
Kadar Protein (%)	15.61±0.29	14.56±2.38	15.66±1.49	12.01±1.37
Kadar Lemak (%)	2.22±0.45A	3.24±0.74A	2.22±1.18A	10.24±0.22B
Kadar Laktosa (mg/ml)	17.67±1.64A	19.00±0.19A	20.33±1.33A	34.33±0.21B

¹Angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf kapital yang tidak sama berbeda sangat nyata (P<0.01).

²Rumus perhitungan MFFB dapat dilihat pada Lampiran 11.

Codex Alimentarius Commission (2006) mengklasifikasikan keju berdasarkan nilai *Moisture on a Fat Free Basis* (MFFB). Berdasarkan klasifikasi tersebut, keju dengan koagulan tablet renet dan renet komersial termasuk dalam keju lunak karena memiliki nilai MFFB > 67%. Keju dengan koagulan renet serbuk termasuk ke dalam keju semi keras karena memiliki nilai MFFB antara 54 – 69%.

Rendemen keju yang dihasilkan tidak berbeda nyata (P>0.05) berkisar antara 15.91% – 16.50 % (Tabel 7). Farkye (2004) menyatakan bahwa rendemen keju berkisar antara 9% - 15%. Tingginya rendemen keju dalam penelitian ini sejalan dengan kadar air keju yang menunjukkan nilai yang tinggi (Tabel 7). Nasution (2010) melalui hasil penelitiannya menyatakan banyaknya rendemen keju dipengaruhi oleh aktivitas protease renet, proses pemisahan *whey*, nilai pH serta suhu selama pembentukan dadih.

Nilai pH yang dihasilkan keju dari masing-masing perlakuan tidak berbeda nyata (P>0.05). Hasil pengukuran menunjukkan adanya peningkatan pH keju dari pH bahan baku susu setelah diasamkan dengan asam laktat (pH 6.0). Hal ini diduga karena pengasaman tidak dilakukan oleh bakteri asam laktat, akan tetapi melalui penambahan larutan asam laktat secara langsung. Penambahan asam laktat memberikan suplai ion H⁺ terlarut pada susu sehingga pH akan cepat turun. Purwadi (2008) menyatakan bahwa pengasaman langsung (*direct acidification*) dapat mempercepat proses pengasaman susu, ketika proses pemisahan *whey*, gugus proton (ion H⁺) keluar bersama *whey*, sehingga yang tertinggal dalam *curd* adalah ion laktat CH₃(OH) COO⁻ (Narayanan *et al.* 2004). Kondisi ini yang menyebabkan pH keju meningkat dari pH susu.

Kadar air keju yang dihasilkan dari empat perlakuan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata (P>0.05). Fox *et al.* (2004) menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kadar air keju antara lain penggaraman, pengeringan, dan proteolisis yang menyebabkan air terkonversi menjadi bahan kering. Tingginya kadar air keju dalam penelitian ini disebabkan oleh beberapa hal yaitu

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

tidak dilakukan pengepresan sehingga pengeluaran *whey* tidak sempurna (Setyawardani 2012), keju tidak melalui tahap pemeraman (Fox *et al.* 2004), dan keju tidak melalui tahap penggaraman (Amanda 2010).

Kadar abu menunjukkan kandungan mineral yang terdapat di dalam keju (Miller *et al.* 2007). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa keju dengan keempat bentuk renet yang berbeda memiliki kadar abu yang tidak berbeda nyata ($P < 0.05$). Nasution (2010) menyatakan bahwa komponen-komponen pada abu keju sebagian besar adalah kalsium, sodium, potassium, zink, serta komponen logam lainnya seperti sulfur, fosfor, dan klor.

Kadar protein keju yang menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P < 0.05$). Hal ini diduga karena kondisi keasaman yang sama pada proses pembuatan keju. Jenis pengasam yang digunakan yaitu larutan asam laktat yang relatif stabil. Fox *et al.* (2000) menyatakan bahwa keasaman susu mempengaruhi aktivitas protease dalam koagulasi protein. Purwadi (2006) melalui penelitiannya membuktikan bahwa kondisi pH yang sama pada susu dalam pembuatan keju membuat aktivitas proteolisis selama pembentukan *curd* berlangsung sama sehingga menghasilkan keju yang memiliki kadar protein yang relatif sama.

Keju yang dihasilkan dengan renet yang berbeda memiliki kadar lemak yang berbeda ($P < 0.05$). Pengaruh nyata dapat dilihat dari keju renet komersial 2 yang memiliki kadar lemak paling tinggi. Hal ini disebabkan karena penggunaan renet yang berbeda. Tingginya kandungan khimosin pada renet komersial menyebabkan proses koagulasi yang terjadi lebih cepat. Koagulasi renet komersial lebih cepat dibandingkan dengan renet abomasum domba lokal muda (Konenda, 2013). Waktu koagulasi yang lebih lama pada keju renet abomasum domba menghasilkan *curd* yang lebih lunak sehingga lemak akan mudah keluar saat proses pemisahan *whey* (Jhonson 2001). Keju renet komersial 1 memiliki kadar lemak yang tidak berbeda nyata dengan keju renet serbuk dan tablet ($P > 0.05$) karena pemberian renet sudah disetarakan kemampuan koagulasinya.

Pemberian renet yang berbeda mempengaruhi kadar laktosa keju yang dihasilkan ($P < 0.05$). Kadar laktosa keju dengan renet komersial 2 lebih tinggi dibandingkan keju renet abomasum domba. Hal ini karena pengaruh aktivitas renet yang digunakan. Kandungan khimosin yang lebih tinggi pada renet komersial 2 menghasilkan keju yang lebih padat sehingga laktosa terperangkap dalam *curd* dan tidak terbuang bersama *whey*. Selain itu, laktosa yang tidak difermentasi oleh starter diduga terfermentasi oleh *Non Starter Lactid Acid Bacteria* (NSLAB). Waktu koagulasi yang lebih singkat pada keju renet komersial 2 menyebabkan NSLAB tidak mempunyai cukup waktu untuk memfermentasi laktosa menjadi asam laktat sehingga kandungan laktosa dalam keju masih cukup tinggi. Kadar laktosa antara keju renet serbuk dan tablet tidak berbeda nyata ($P > 0.05$). Hal ini menggambarkan bahwa penambahan laktosa sebagai bahan pengisi tablet tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar laktosa keju yang dihasilkan ($P > 0.05$).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memunculkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Keju yang dihasilkan dalam penelitian ini termasuk ke dalam keju semi keras dan keju lunak berdasarkan MFFB menurut *Codex Alimentarius Commission* 2006. Keju dengan koagulan tablet renet memiliki karakteristik rendemen, TAT, kadar air, kadar abu, kadar protein yang tidak berbeda dengan renet serbuk dan komersial, akan tetapi berbeda pada kadar lemak dan kadar laktosa.

Saran

Pemurnian terhadap enzim renet perlu dilakukan lebih lanjut untuk menghasilkan enzim yang lebih murni sehingga memiliki kemampuan yang lebih baik. Pengujian tablet perlu dilakukan sehingga menghasilkan tablet yang memenuhi standar. Uji organoleptik juga perlu dilakukan untuk mengetahui penerimaan konsumen terhadap keju dengan koagulan renet abomasum domba lokal muda.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanah RD. 2010. Uji aktivitas *rennet* dari abomasum kambing lokal muda pada kondisi yang berbeda dan karakterisasi keju yang dihasilkan [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- [AOAC] The Assosiation of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Method of Analysis of the AOAC*. Ed ke-14. Virginia (US): AOAC, Inc.
- Atallah AG. 2007. Characters of chymosin gene isolated from different animal sources at molecular level. *J Appl Sci*. 3(9): 904-907.
- [BPS] Badan Pusat Statistika Indonesia. 2011. *Statistik Indonesia*. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik Indonesia.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2011. SNI No. 3141.1:2011. *Susu Segar*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- [CAC] Codex Allimentarius Commission. 2006. Codex General Standar for Cheese: CODEX STAN A-6-1978, Rev.1-1999, Amended 2006. FAO/WHO Food Standard.
- Farkye NY. 2004. Cheese technology. *Int J Dairy Tech*. 57:91-98.
- Fox PF, Guinee, Cogan, McSweeney PLH. 2000. *Fundamentals of Cheese Science*. Maryland (US): Aspen Publisher, Inc.
- Fox PF, McSweeney PLH, Cogan, Guinee. 2004. *Cheese: Chemistry, Physic and Microbiology*. Volume 1: *General Aspects*. London (GB): Elsevier Science.
- Ikonen T, Outi R. 1999. Effect of milk coagulation properties of herd bulk milks on yield and composition of emmental cheese. *Agr Food Sci*. (8): 411- 422.
- Jhonson ME, Chen MC, Jaegi JJ. 2001. Effect of rennet coagulation time on competition, yield, and quality of reduce-fat cheedar cheese. *J Dairy Sci*. (84): 1027-1033.

- Landfeld A, Novotná P, Houška M. 2012. Influence of the amount of rennet, calcium chloride addition, temperature, and high-pressure treatment on the course of milk coagulation. *J. Food Sci.* 20: 237–244.
- Mark EJ. 2001. Cheese Products. Di dalam: Elmer H. M dan James L. S. (Eds.) *Applied Dairy Microbiology*. New York (US): Marcel Dekker, Inc.
- Mattjik AA, Sumertajaya M. 2000. *Perancangan Percobaan*. Jilid 1 (1). Bogor (ID): IPB Pr.
- McSweeney PLH. 2007. Conversion of milk to curd. Di dalam: McSweeney PLH, Editor. *Cheese Problems Solved*. Cork (IE): University College Cork.
- Miller GD, Jarvis JK, McBean LD. 2007. *Hand Book of Dairy Foods and Nutrition*. NY: CRC Pr.
- Muharini MR. 2003. Perbedaan K_m dan V_{maks} renin berbagai sumber pada koagulasi protein susu pasteurisasi [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rajera AI, Renobales, Barron. 2003. Effects of pH, temperature, $CaCl_2$ and enzyme concentrations on the rennet-clotting properties of milk: a multifactorial study. *J Food Chemist.* (80): 345-352.
- Sarayanan N, Pradip KR, Aradhana S. 2004. L(+) lactic acid fermentation and its product polymerization. *J Biotech.* 7(2).
- Sasution Z. 2010. Keragaman kualitas susu dan keju dari susu kambing Peranakan Etawah (PE) Saanen dan persilangannya [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sisa C, Trioso P, Ita D, Chusnul. 2009. Produksi dan uji biologis rennet dari abomasum domba lokal sebagai bahan bioaktif dalam pembuatan keju. Laporan Penelitian. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Purwadi. 2006. Kualitas kimia keju segar dengan bahan pengasam jus jeruk nipis. *JITHT.* 1 :12-17.
- Purwadi. 2008. Konsentrasi optimum jus jeruk nipis sebagai bahan pengasam pada pembuatan keju mozzarella. *JITHT.* 3 (2): 32-38.
- Rosadi D. 2010. Ekstraksi dan karakterisasi *rennet* dari abomasum kambing lokal muda dengan asam asetat (CH_3COOH) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Setyawardani T. 2012. Karakteristik fisikokimia, sensori dan stabilitas keju lunak yang dibuat dengan kultur tunggal dan campuran *L. rhamnosus* TW2 dan *L. plantarum* TW14 [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Walstra P. 2006. *Dairy Science and Technology*. Boca Raton (US): CRC pr

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta Milik IPB Institut Pertanian Bogor

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Analisis ragam rendemen

SK	DB	JK	KT	F	P
Perlakuan	3	5.95	5.95	1.02	0.43
Galat	8	15.62	15.62		
Total	11	21.58			

Keterangan : $P < 0.05$ = berbeda nyata.

Lampiran 2 Analisis ragam pH

SK	DB	JK	KT	F	P
Perlakuan	3	70.33	23.44	2.71	0.12
Galat	8	69.17	8.65		
Total	11	139.50			

Keterangan : $P < 0.05$ = berbeda nyata.

Lampiran 3 Analisis ragam TAT

SK	DB	JK	KT	F	P
Perlakuan	3	0.01	0.00	1.26	0.35
Galat	8	0.03	0.00		
Total	11	0.04			

Keterangan : $P < 0.05$ = berbeda nyata.

Lampiran 4 Analisis ragam kadar air

SK	DB	JK	KT	F	P
Perlakuan	3	41.78	13.93	1.72	0.24
Galat	8	64.69	8.09		
Total	11	106.47			

Keterangan : $P < 0.05$ = berbeda nyata.

Lampiran 5 Analisis ragam kadar abu

SK	DB	JK	KT	F	P
Perlakuan	3	0.07	0.02	0.47	0.71
Galat	8	0.39	0.05		
Total	11	0.46			

Keterangan : $P < 0.05$ = berbeda nyata.

Lampiran 6 Analisis ragam kadar protein

SK	DB	JK	KT	F	P
Perlakuan	3	5.95	5.95	1.02	0.43
Galat	8	15.62	15.62		
Total	11	21.58			

Keterangan : $P < 0.05$ = berbeda nyata.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 7 Analisis ragam kadar lemak

	SK	DB	JK	KT	F	P
Perlakuan	3		134.95	44.98	82.3	0.00
Galat		8	4.37	0.55		
Total		11	139.32			

Keterangan : P< 0.01 = berbeda sangat nyata.

Lampiran 8 Analisis ragam kadar laktosa

	SK	DB	JK	KT	F	P
Perlakuan	3		539.67	179.89	144.00	0.00
Galat		8	10.00	1.25		
Total		11	549.67			

Keterangan : P< 0.01 = berbeda sangat nyata.

Lampiran 9 Perhitungan konversi renet

$$\frac{\text{Bobot serbuk renet yang digunakan}}{\text{Bobot serbuk renet hasil freeze dry}} = \frac{\text{Volume ekstrak renet terbaik}}{\text{Volume ekstrak renet total}}$$

$$\frac{x}{0.6415 \text{ g}} = \frac{40 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}}$$

$$x = 0.026 \text{ g/ 1 liter susu}$$

$$x = 0.0026 \text{ g/100 ml susu}$$

Lampiran 10 Perhitungan penyetaraan kemampuan koagulasi renet

$$\text{Konsentrasi komersial 1} = \frac{\text{Waktu koagulasi renet komersial}}{\text{Waktu koagulasi renet serbuk}} \times \text{Konsentrasi renet}$$

$$= \frac{51.84 \text{ menit}}{210.00 \text{ menit}} \times 0.0026$$

$$= 0.00064 \text{ g/100 ml susu}$$

Lampiran 11 Rumus perhitungan MFFB

$$\text{MFFB} = \frac{\text{Bobot keju dalam bentuk basah}}{\text{Bobot total keju} - \text{bobot keju tanpa lemak}} \times 100$$

Lampiran 12 Gambar produk antara pembuatan tablet renet



Abomasum



Ekstrak kasar renet

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

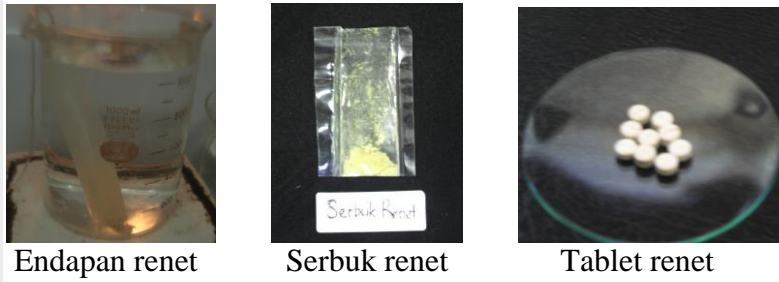
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

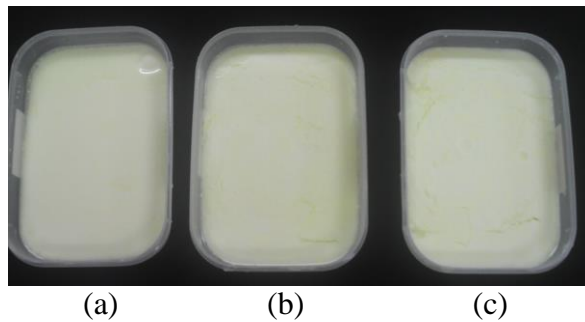
Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)



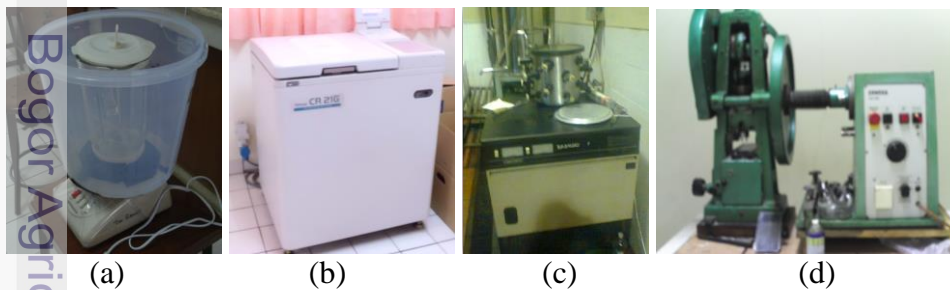
Lampiran 13 Bentuk renet yang digunakan sebagai perlakuan



Lampiran 14 Keju yang dihasilkan dari tiga bentuk renet (a) renet komersial; (b) renet tablet; (c) renet serbuk.



Lampiran 15 Alat yang digunakan (a) blender modifikasi; (b) sentrifuse himac CR 21G; (c) freeze dryer; (d) pengempa tablet Erweka AR 400



Bogor Agricultural University

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 11 Juli 1989 di Brebes, Jawa Tengah. Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Karmidi dan Ibu Sutirah.

Penulis mengawali pendidikan pada tahun 1995 di Sekolah Dasar Negeri 1 Pakijangan dan diselesaikan pada tahun 2001. Penulis menyelesaikan pendidikan menengah pertama pada tahun 2004 di SMP Negeri 1 Brebes. Penulis menempuh pendidikan asisten perawat selama satu tahun di Medika Farma Husada Kota Tegal. Penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas pada tahun 2008 di SMA Negeri 2 Brebes.

Penulis diterima di Institut Pertanian Bogor pada tahun 2008 melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI) dan diterima di Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan pada tahun 2008. Penulis merupakan penerima beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) dari tahun 2009 hingga tahun 2012, beasiswa PT. Vanmile dari tahun 2008 hingga tahun 2013, dan beasiswa *Korean Exchange Bank* (KEB) pada tahun 2012.

Penulis aktif dalam Organisasi mahasiswa daerah Keluarga Mahasiswa dan Pelajar Daerah Brebes (KPMDB) sebagai sekretaris. Penulis juga aktif dalam Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) Fakultas Peternakan pada periode 2009/2010 hingga periode 2010/2011 sebagai bendahara. Penulis aktif di Badan Eksekutif Mahasiswa Keluarga Mahasiswa (BEM KM) Institut Pertanian Bogor pada periode 2011/2012 sebagai sekretaris. Penulis menjadi asisten praktikum mata kuliah Dasar Teknologi Hasil Ternak, Teknik Pengolahan Susu, dan Pendidikan Agama Islam pada tahun 2011/2012. Penulis aktif menjadi staff pengajar di lembaga bimbingan belajar Karisma Prestasi, Bogor. Penulis pernah menjadi peserta *pre mentoring* RAMP IPB pada tahun 2012. Penulis tercatat sebagai inovator dalam 104 Inovasi Indonesia. Penulis berpartisipasi dalam Progam Kreativitas Mahasiswa bidang penelitian tahun 2011/2012 dan berhasil didanai.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.