

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini diperoleh dari preparasi bahan, pembuatan keju *cottage* dan tahap analisis kualitas keju *cottage* dan kadar air dari keju *cottage* yang dihasilkan. Preparasi bahan meliputi produksi *crude* papain dari getah papaya, penumbuhan bakteri starter *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis*, dan *Leuconostoc mesentroides* sesuai dengan umur inokulumnya. Sedangkan hasil analisis kualitas keju *cottage* meliputi analisis kandungan protein, lemak, dan mineral kalsium dalam keju *cottage*.

4.1 Produksi Keju *cottage*

Bahan yang digunakan pada produksi keju *cottage* seperti enzim papain dan kultur starter dipreparasi sebelumnya. Papain yang hendak digunakan sebagai protease yang akan mengkoagulasi kasein, diisolasi dari getah papaya. Isolasi dilakukan untuk mendapatkan ekstrak kasar papain, tanpa pemurnian. Dalam isolasi papain, tetesan getah buah papaya yang dihasilkan setelah penorehan dicampur dengan 0,1 % b/v (NaHSO_3 : NaCl, 1:1). Penambahan larutan 0,1 % b/v (NaHSO_3 : NaCl, 1:1) yaitu sebagai penghambat terbentuknya reaksi pencoklatan oleh enzim polifenol oksidase dan pertumbuhan jamur. Hasil pencampuran setelah ditambahkan buffer fosfat pH 7 dan disentrifugasi pada 1500 rpm selama 20 menit dipisahkan, didapat residu dan supernatant. Kemudian diambil bagian

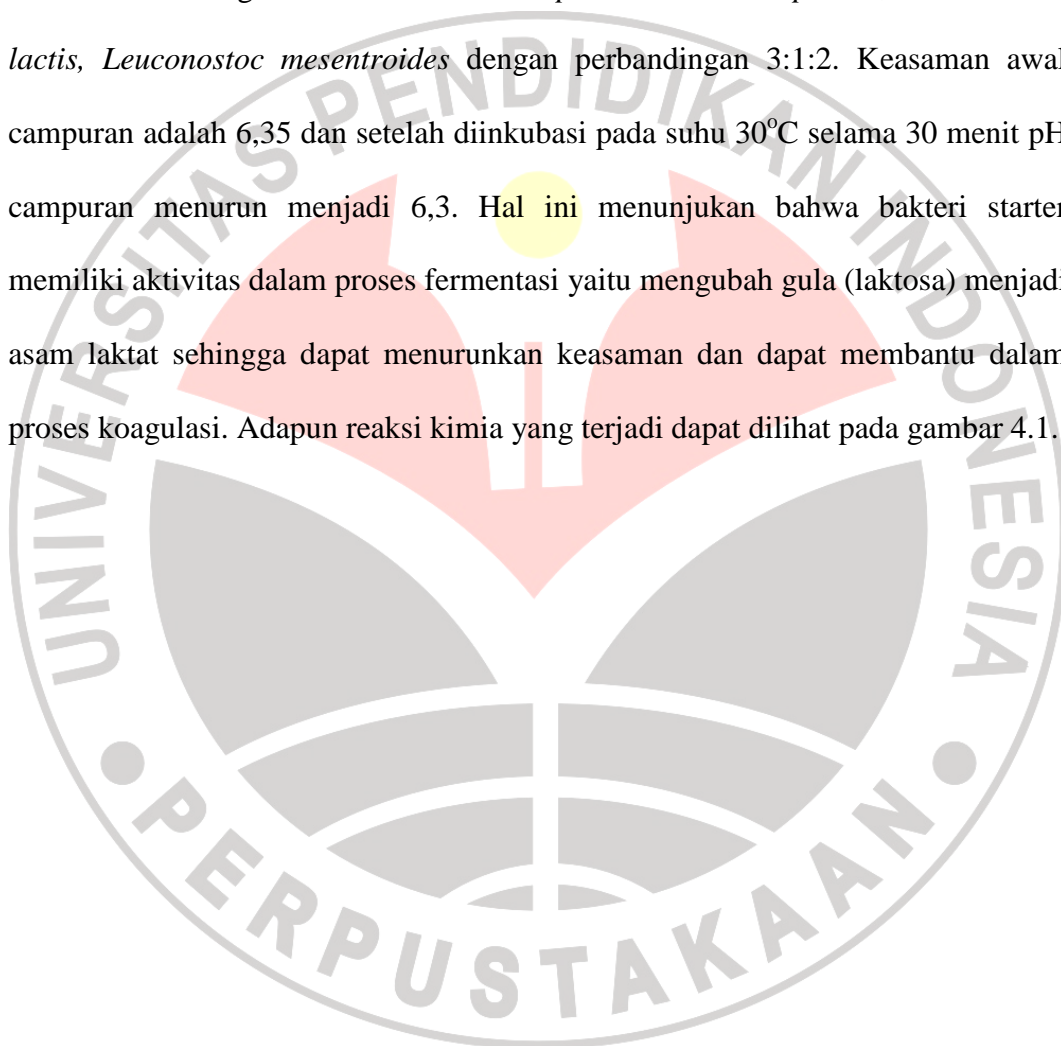
supernatant sebagai hasil isolasi papain dari getah pepaya. Buffer fosfat ditambahkan untuk mempertahankan bentuk aktif dan *native* protein fungsional (enzim) sehingga papain masih dapat memiliki aktivitas yang baik. Ekstrak kasar papain yang didapat berupa larutan bening agak kekuningan sebanyak 50 ml.

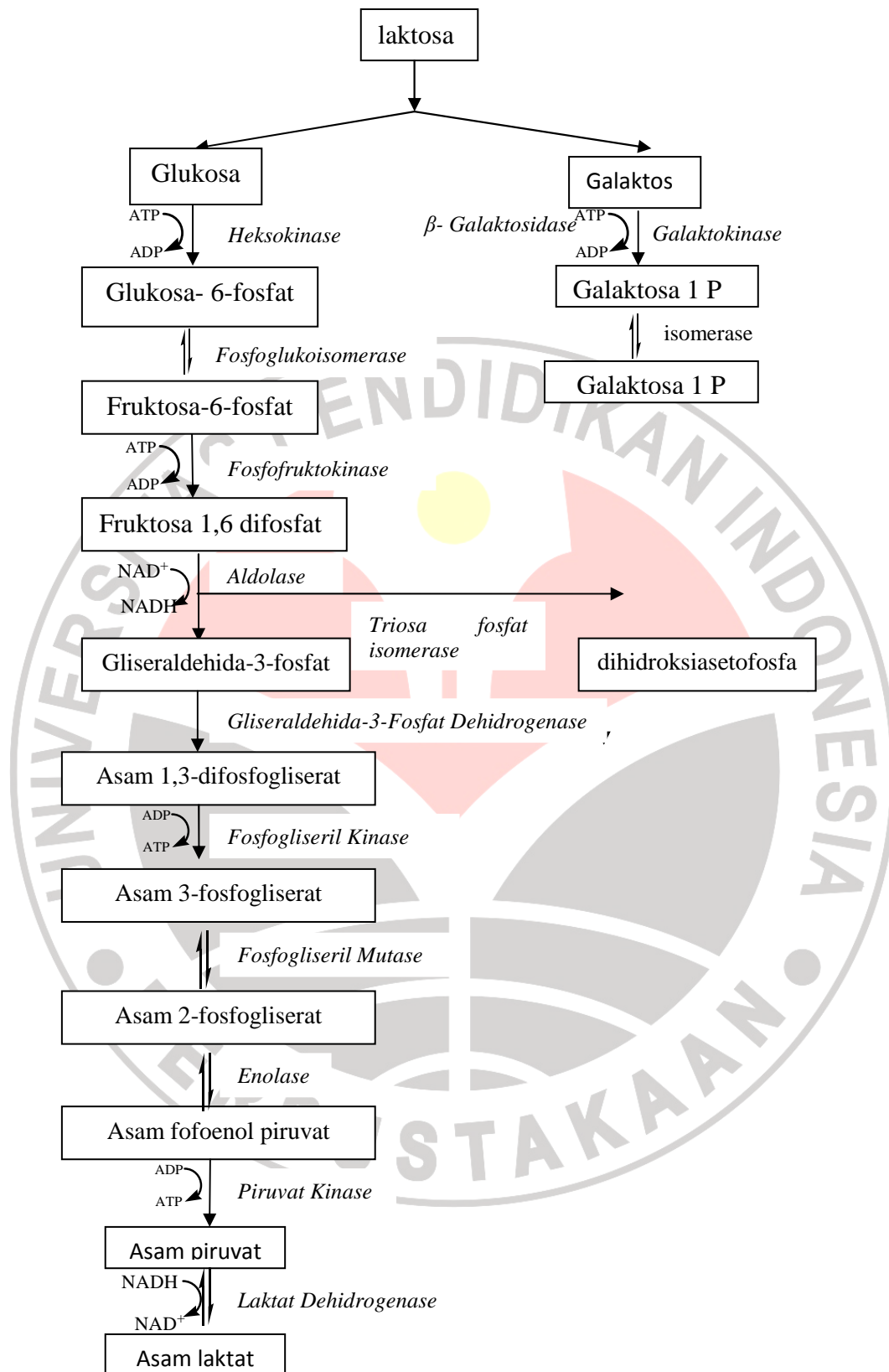
Selain papain, disiapkan pula kultur starter campuran 3 bakteri yaitu 10% v/v yaitu bakteri *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis* dan *Leuconostoc mesentroides* dengan perbandingan 3:1:2 diinkubasi selama 6 jam, 4 jam, dan 8 jam secara berturut – turut. Preparasi kultur starter ini dirujuk dari Issen Hariati (2006). Menurut Issen (2006), dalam pembuatan keju dengan pematangan kombinasi antara kultur starter *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis* dan *Leuconostoc mesentroides* dapat mempercepat waktu fermentasi dan menciptakan cita rasa keju yang diminati oleh masyarakat. Hal ini pun didukung oleh Yaygın H (1993) dalam Fulya (2006), bahwa kombinasi antara streptokokus dan laktokokus dapat pula menghasilkan aroma yang lebih baik untuk keju dengan pematangan. Media yang digunakan dalam inokulasi ketiga jenis bakteri ini adalah *panthothenate broth*. Setelah bakteri diinkubasi dalam media, warna coklat media *panthothenate broth* menjadi lebih pekat. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri starter telah tumbuh dalam media (Gottschal, 2000).

Setelah papain dan kultur starter selesai disiapkan, maka tahap selanjutnya adalah pembuatan keju *cottage*. Susu skim sebagai bahan dasar pembuatan keju *cottage* dilarutkan dalam aquades hingga didapat larutan homogen berwarna putih, yang kemudian dipasteurisasi pada suhu 63°C selama 10 menit (Tutik, 2003). Tujuan dari pasteurisasi ini adalah untuk membunuh bakteri – bakteri

dalam larutan susu yang nantinya dapat mengganggu proses pembuatan keju nanti tanpa mempengaruhi rasa.

Susu skim hasil pasteurisasi didinginkan terlebih dahulu sampai suhunya 30°C yaitu suhu optimum dari pertumbuhan bakteri starter, baru kemudian ditambahkan dengan bakteri starter *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesentroides* dengan perbandingan 3:1:2. Keasaman awal campuran adalah 6,35 dan setelah diinkubasi pada suhu 30°C selama 30 menit pH campuran menurun menjadi 6,3. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri starter memiliki aktivitas dalam proses fermentasi yaitu mengubah gula (laktosa) menjadi asam laktat sehingga dapat menurunkan keasaman dan dapat membantu dalam proses koagulasi. Adapun reaksi kimia yang terjadi dapat dilihat pada gambar 4.1.





Gambar 4.1. Fermentasi laktosa oleh starter kultur laktis

Sumber : Tamime, 2006 ; Poedjiadi, 2006

Setelah enzim papain ditambahkan kedalam campuran berdasarkan variable yang telah ditetapkan yaitu 320 ppm untuk keju P_A, 520 ppm untuk keju P_B, dan 720 ppm untuk keju P_C. Enzim bertujuan untuk mengkoagulasi misel kasein dalam susu. Enzim ini akan mengganggu bagian κ -kasein (kappa kasein) yang berada pada bagian permukaan misel kasein sehingga membentuk para kappa kasein. Papain ini memotong ikatan peptida antara phenil (105) dan metionin (106) dalam κ -kasein, merusak strukturnya dan dihasilkan para-kappa kasein yang memiliki bagian hidrofobik. Selanjutnya ketika pH mendekati titik isoelektrik kasein (pH 4,6-4,7) misel – misel kasein akan bergabung dan menggumpal membentuk gel. Misel – misel ini dapat bergabung disebabkan oleh interaksi bagian- bagian hidrofobik pada para-kappa kasein. Adanya kalsium yang terdapat dalam susu akan membantu proses koagulasi, yaitu berperan sebagai jembatan penghubung antara misel (Aehle, 2004).

Pada saat pH mencapai 5,6 mulai terjadi pembentukan gel di bagian dasar larutan. Sehingga terbentuk dua fasa yaitu gel yang berwarna putih dan bertekstur lunak pada bagian bawah, dan larutan berwarna putih keruh pada bagian atas, seperti terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Tahap pembentukan gel

Aktivitas bakteri starter dan enzim papain dihentikan sampai pH campuran mencapai 4,6 karena pada pH 4,6 merupakan titik isolistrik kasein. Koagulasi yang menyebabkan terbentuknya dadih dapat terjadi pada saat kasein berada pada titik isolistriknya (Poedjiadi, 2006; Winarno, 1997), hal ini dikarenakan koagulasi atau pengendapan/penggumpalan akan terjadi sempurna jika sistem koloid dalam keadaan tidak bermuatan (Ediati, 2008). Setelah pH mencapai 4,6 gel yang semula berada pada bagian bawah dan bertekstur lunak, menjadi berada di bagian atas, bertekstur keras dan berongga. Sehingga fasa yang terbentuk yaitu pada bagian atas koagulan berwarna putih yang disebut dengan dadih atau *crud* yang merupakan hasil koagulasi kasein. Fasa bagian bawah berbentuk cairan berwarna kuning kehijauan yang disebut dengan *whey*, dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pembentukan dadih (bagian atas) dan *whey* (bagian bawah)

Komponen senyawa kimia di dalam dadih sebagian besar terdiri atas protein susu (kasein) dan lemak, sedangkan di dalam *whey* sebagian besar terdiri atas air, laktosa, protein (serum protein) dan vitamin B (Ebing and Rutgers, 2006). Pencapaian pH 4,6 untuk keju *cottage* kontrol dan keju *cottage* yang dihasilkan dengan variasi penambahan enzim papain dengan berbagai konsentrasi ditunjukkan dalam tabel 4.1 berikut :

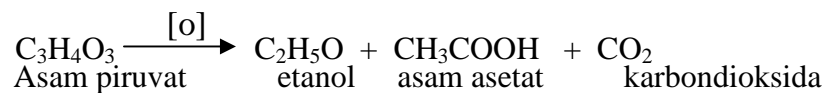
Tabel 4.1 Tabel waktu pembentukan keju *cottage*

Sampel	Waktu pembentukan keju <i>cottage</i> (jam)
K _K	24
P _A	23
P _B	21
P _C	22

Keterangan : K_K = Keju kontrol ; P_A = Keju *cottage* dengan penambahan papain 320 ppm ; P_B = Keju *cottage* dengan penambahan papain 520 ppm ; P_C = Keju *cottage* dengan penambahan papain 720 ppm.

Dari hasil yang ditunjukkan pada table 4.1, dalam pembentukan keju *cottage* dibutuhkan waktu yang berbeda – beda dalam pencapaian pH 4,6 sesuai dengan variabel konsentrasi papain yang ditambahkan. Penambahan papain dengan konsentrasi 520 ppm memiliki waktu yang lebih singkat dalam pembentukan keju *cottage*. Sedangkan kondisi fisik baik keju *cottage* K_K, P_A, P_B, maupun P_C yang dihasilkan tidak memiliki perbedaan yang signifikan yaitu dadih agak keras, berongga, berwarna putih gading dan memiliki rasa dan aroma yang

asam sedangkan *whey* berwarna kuning kehijauan, dapat dilihat pada gambar 4.2. Ini menunjukkan bahwa konsentrasi optimum papain dalam pembuatan keju *cottage* adalah 520 ppm. Rongga dalam dadih yang dihasilkan disebabkan oleh gas CO₂ yang dihasilkan dalam proses katabolisme piruvat, menurut reaksi :



Sedangkan rasa dan aroma yang asam disebabkan oleh asam laktat yang dihasilkan dari fermentasi laktosa dalam susu. Cita rasa keju belum didapat dalam keju *cottage* karena rasa khas keju dihasilkan saat proses pematangan. Sementara keju *cottage* dilakukan tanpa pematangan.

Pada tahap pemisahan *whey* dan dadih dilakukan pemanasan dan pembilasan kemudian ditambahkan 4 % garam pada dadih. Pemanasan dadih pada suhu 120 F selama 10 menit dan penambahan garam dilakukan dengan tujuan untuk membunuh bakteri starter sehingga proses fermentasi dapat dihentikan tanpa merusak keadaan dadih. Sedangkan pembilasan dilakukan untuk menghilangkan sisa asam pada dadih. Sehingga dihasilkan dadih dengan rasa yang asin.

4.2 Analisis Kandungan Gizi Keju *Cottage* dan Susu Skim

Tahap analisis ini dilakukan untuk mengetahui kadar kadungan gizi yang terdapat dalam susu skim dan keju *cottage* K_K, P_A, P_B, maupun P_C. Adapun analisis yang dilakukan adalah analisis kadar air, kandungan protein, kandungan lemak, dan kandungan mineral kalsium.

4.4.1 Analisis Kadar Air

Kadar air dari produk keju *cottage* yang dihasilkan tanpa penambahan papain (K_K) dan dengan penambahan papain 320 ppm (P_A), 520 ppm (P_B), dan 720 ppm (P_C) ditunjukkan pada table 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Kadar air per 100 g keju *cottage* yang dihasilkan.

No.	K_K (g)	P_A (g)	P_B (g)	P_C (g)
1	34,925	30,938	33,798	33,930
2	34,661	30,963	33,729	33,966
Rata-rata	34,793	30,951	33,764	33,948

Keterangan : K_K = Keju kontrol ; P_A = Keju *cottage* dengan penambahan papain 320 ppm ; P_B = Keju *cottage* dengan penambahan papain 520 ppm ; P_C = Keju *cottage* dengan penambahan papain 720 ppm.

Dari tabel 4.2 di atas dapat dilihat bahwa keju tanpa penambahan papain (K_K) memiliki kadar air sebanyak 34,793g sedangkan untuk keju *cottage* dengan penambahan papain 320 ppm (P_A), 520 ppm (P_B), dan 720 ppm (P_C) berturut-turut sebanyak 30,951g, 33,764g, dan 33,948g. Kadar air yang terkandung akan mempengaruhi terhadap ketahanan suatu bahan atau produk makanan. Semakin sedikit kadar air yang terdapat dalam suatu bahan / produk makanan, semakin tahan dan awet produk tersebut karena salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme adalah air dalam makanan yang lebih dikenal dengan sebutan a_w (Buckle, 2007).. Bila dilihat dari kadar air tiap produk yang dihasilkan maka dapat diperkirakan bahwa produk keju *cottage* dengan

penambahan papain sebanyak 320 ppm memiliki ketahanan dan keawetan yang paling baik.

4.4.2 Analisis Kandungan Protein

Kandungan protein dari produk keju *cottage* yang dihasilkan tanpa penambahan papain (K_K) dan dengan penambahan papain 320 ppm (P_A), 520 ppm (P_B), dan 720 ppm (P_C) ditunjukkan pada table 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Kandungan protein dari susu skim dan keju *cottage*

No.	K_S (g)	K_K (g)	P_A (g)	P_B (g)	P_C (g)
1	21,60	23,50	24,38	27,95	24,00
2	21,77	23,50	24,56	28,13	24,35
Rata-rata	21,68	23,50	24,47	28,04	24,18

Keterangan : K_S = Susu skim; K_K = Keju kontrol ; P_A = Keju cottage dengan penambahan papain 320 ppm; P_B = Keju cottage dengan penambahan papain 520 ppm; P_C = Keju cottage dengan penambahan papain 720 ppm.

Dari tabel 4.3 di atas dapat disimpulkan bahwa kandungan protein susu skim sebagai bahan dasar pembentuk keju *cottage* memiliki kadar protein yang lebih kecil dibandingkan dengan kadar protein keju *cottage* yang dihasilkan baik keju *cottage* tanpa penambahan enzim dan keju *cottage* dengan penambahan enzim. Sedangkan diantara keju *cottage* yang dihasilkan, keju P_B memiliki kadar protein yang paling tinggi dan keju kontrol memiliki kadar protein terendah. Secara berturut-turut kandungan protein untuk K_S , K_K , P_A , P_B , P_C adalah 21, 68 g, 23,50 g, 24,47 g, 28,04 g, 24,18 g (per 100 g). Kandungan protein keju *cottage* lebih

tinggi jika dibandingkan dengan kandungan protein dalam susu skim sebagai bahan dasar keju, hal ini dikarenakan adanya penambahan bakteri starter dan enzim papain. Sementara analisis yang dilakukan menggunakan metode Kjeldhal, dalam metode ini yang diukur adalah kadar nitrogen total, sehingga bukan hanya protein dalam keju yang terukur, melainkan kandungan protein yang berasal dari bakteri starter dan enzim papain pun akan ikut terukur. Sementara itu, komponen utama sel hewan adalah protein, karena salah satu fungsi protein adalah sebagai pembangun struktural sel, sehingga baik bakteri starter maupun enzim papain mengandung protein sebagai penyusun sel – sel tubuhnya. Selain itu bertambahnya jumlah protein dalam keju *cottage* disebabkan oleh bakteriosin yang dihasilkan dari metabolisme sekunder bakteri starter. Bakteriosin merupakan protein atau peptida antimikroba yang hanya diproduksi oleh bakteri asam laktat (Tamime, 2006).

Selain itu yang menyebabkan kandungan protein keju lebih tinggi daripada protein dalam susu dari hasil analisis yang didapat adalah karena keju *cottage* yang merupakan hasil koagulasi protein dalam bentuk dadih sehingga sebagian besar komponen dalam keju adalah protein. Kandungan protein tertinggi adalah keju *cottage* jenis P_B yaitu 28,04 (per 100 g). Kadar protein keju P_C dengan konsentrasi papain 720 ppm lebih rendah dari keju P_B yang memiliki konsentrasi 520 ppm, hal ini dikarenakan menurut hasil pengamatan enzim papain optimum mengkoagulasi kasein pada konsentrasi 520 ppm, sehingga kelebihan papain dalam campuran tersebut dapat mendegradasi protein bakteri starter. Hal ini

menyebabkan bakteri starter mati sebelum menghasilkan bakteriosin yang dapat menambah kadar protein dalam keju *cottage*.

4.4.3 Analisis Kandungan Lemak

Pada penentuan kandungan lemak digunakan metode Garber. Awalnya sampel ditambahkan asam sulfat pekat. Penambahan H_2SO_4 ini berfungsi untuk menghidrolisis lemak yang terikat dengan protein (lipoprotein) dan yang terikat dengan polisakarida (glikolipid). Reaksi sampel dan H_2SO_4 akan menimbulkan panas, hal ini menunjukkan reaksi yang terjadi adalah reaksi eksoterm. Panas yang ditimbulkan ini akan mencairkan lemak sampel yang kemudian akan memisah pada bagian atas. Setelah diberi tenaga sentrifuge lemak seluruhnya akan berada dibagian atas, sebab lemak mempunyai berat jenis yang lebih kecil daripada komponen lainnya didalam sampel. Kandungan lemak yang terdapat dalam susu dan keju *cottage* ditunjukkan pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Kandungan lemak dari susu skim dan keju *cottage*

No.	K _S (%)	K _K (%)	P _A (%)	P _B (%)	P _C (%)
1	0,1	0,2	0,15	0,1	0,1
2	0,1	0,2	0,15	0,1	0,1
Rata-rata	0,1	0,2	0,15	0,1	0,1

Keterangan : K_S = Susu skim; K_K = Keju kontrol; P_A = Keju *cottage* dengan penambahan papain 320 ppm; P_B = Keju *cottage* dengan penambahan papain 520 ppm; P_C = Keju *cottage* dengan penambahan papain 720 ppm.

Dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel 4.4 diatas maka dapat dilihat bahwa keju *cottage* memiliki kadar lemak yang relatif rendah dan tidak memiliki perbedaan yang begitu besar. Hal ini dapat disebabkan karena bahan dasar pembuatan keju itu sendiri yaitu susu skim. Susu skim memiliki kadar lemak yang rendah karena hasil proses pembuatannya yaitu memisahkan antara krim dan skim dalam susu dengan sentrifugasi. Krim mempunyai berat jenis yang rendah karena banyak mengandung lemak. Sedangkan susu skim mempunyai berat jenis yang lebih tinggi karena banyak mengandung protein, sehingga dalam sentrifugasi akan berada dibagian dalam (Adnan, 1984). Sehingga di dalam susu skim hanya mengandung sedikit lemak. Susu skim yang memiliki kadar lemak sedikit maka akan menghasilkan keju *cottage* dengan kadar lemak yang sedikit pula. Dan hal inilah yang diharapkan yaitu menghasilkan keju rendah lemak sehingga dapat tetap dikonsumsi oleh orang diet yang mengkonsumsi makanan rendah lemak.

4.4.4 Analisis Kandungan Mineral Kalsium

Dalam penentuan kandungan mineral dalam suatu sampel, maka terlebih dahulu sampel tersebut harus diabukan, hal ini disebabkan karena abu dari suatu sampel dapat menunjukkan jumlah kandungan mineralnya, dimana jumlah mineral tersebut adalah jumlah bahan anorganik yang terdapat dalam bahan seperti Ca, P, K, dan Na. Adapun mineral yang dianalisis dari bahan dasar (susu skim) dan keju ini adalah mineral kalsium. Hal ini dikarena kalsium adalah salah satu mineral yang paling dipertimbangkan oleh masyarakat baik anak - anak

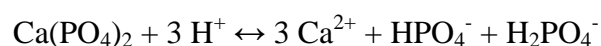
maupun dewasa dalam memilih suatu makanan yang akan dikonsumsinya. Kadar kalsium susu dan keju *cottage* hasil pengukuran dengan metode spektroskopi serapan atom ditunjukkan pada tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Kandungan kalsium dari susu skim dan keju *cottage*

Sampel	Kadar kalsium (Ca) (mg/l)
K _S	222,963
K _K	21,926
P _A	46,667
P _B	46,593
P _C	42,296

Keterangan : K_S = Susu skim; K_K = Keju kontrol; P_A = Keju *cottage* dengan penambahan papain 320 ppm; P_B = Keju *cottage* dengan penambahan papain 520 ppm; P_C = Keju *cottage* dengan penambahan papain 720 ppm.

Dari tabel 4.5 di atas dapat dilihat bahwa kadar kalsium dalam susu jauh lebih tinggi dibandingkan dalam keju *cottage* yang dihasilkan yaitu 222,963 mg/l. Hal ini dapat terjadi dikarenakan banyaknya kalsium yang terlarut dalam *whey*, dan ikut terbuang saat pemisahan antara *whey* dan *crud*. Pada saat proses koagulasi, peningkatan keasaman (bertambahnya ion H⁺) dapat menyebabkan terjadinya pemecahan pada senyawa Ca-Posfat, dapat dilihat pada persamaan reaksi dibawah :



Ion Ca ini tidak ikut terendapkan melainkan terbawa ke dalam *whey* sehingga kandungan kalsium yang terdapat dalam keju *cottage* yang dihasilkan menjadi lebih rendah.

