

## KARAKTER/SIFAT FISIK KIMIA KEJU RENDAH LEMAK DARI BERBAGAI BAHAN BAKU SUSU MODIFIKASI

Juniawati<sup>1</sup>, Sri Usmiati<sup>1</sup>, Evy Damayanthi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian  
Jl. Tentara Pelajar No. 12, Cimanggu Bogor 16144

<sup>2</sup>Dept. Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor  
e-mail : junia.sahib@gmail.com

(Diterima 30-05-2015; Disetujui 20-08-2015)

### ABSTRAK

Keju rendah lemak merupakan produk olahan susu yang potensial dikembangkan untuk memenuhi permintaan masyarakat terhadap pangan yang sehat. Modifikasi bahan baku susu merupakan salah satu teknologi pengolahan keju rendah lemak untuk memperbaiki karakteristik fisik keju rendah lemak. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh modifikasi bahan baku susu terhadap karakteristik fisiko kimia keju rendah lemak. Modifikasi bahan baku susu sebagai perlakuan terdiri dari 5 formula yaitu penurunan lemak susu 60% (A1), emulsi minyak jagung dalam susu skim (A2), emulsi minyak jagung dengan dispersi *whey protein concentrate* (WPC) dalam susu skim (A3), emulsi W1/O/W2 dalam susu skim (A4), emulsi minyak jagung dalam susu skim dan penambahan probiotik(A5). Setiap proses pembuatan keju untuk masing-masing perlakuan dilakukan dalam skala 20 liter susu. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan dua ulangan. Data hasil penelitian diolah dengan menggunakan sidik ragam, dengan uji perbedaan Duncan. Keju rendah lemak dalam penelitian ini dihasilkan dari formula A3 yaitu campuran emulsi minyak jagung dengan dispersi *whey protein concentrate* dalam susu skim (kadar lemak 24,59% bk). Keju rendah lemak A3 memiliki rendemen 7,71%, tingkat kekerasan 171,45gf, kadar air 48,98%, kadar protein 27,35 %, kadar lemak 12,25 %, kalsium 328,91 mg/100g, fosfor 16,31 mg/100g, dan NaCl 1,21%.

**Kata Kunci** : susu skim, keju rendah lemak, emulsi, sifat fisiko-kimia

### ABSTRACT

Juniawati, Sri Usmiati, Evy Damayanthi. 2015. Physico-Chemical Properties of Low Fat Cheese from a Various of Modified Milk.

Low-fat cheese is a dairy product that is potentially developed to meet the public demand for healthy food. Milk modification is one of the low-fat cheese processing technology to improve the physical characteristics of low-fat cheese. This research aimed to study the effect of modification of milk to physico chemical characteristic of low-fat cheese. Milk modification as a treatment is consisting of five (5) formulae : reduction of 60% milk fat (A1), corn oil emulsion in the skim milk (A2), corn oil emulsion with a dispersion of whey protein concentrate (WPC) in skim milk (A3), emulsion W1 / O / W2 in skim milk (A4), corn oil emulsion in the skim milk plus probiotics (A5). Each cheese-making process for each treatment carried out in the scale of 20 liters of milk. This study used a randomized block design with two replication. Data were analyzed using analysis of variance, with the mean difference of Duncan test. Low-fat cheese in this study resulted from the formula A3 is a mixture of corn oil emulsion with a dispersion of whey protein concentrate in skim milk (fat content of 24.59% bk). Low-fat cheese A3 has a 7.71% yield, hardness 171.45gf, moisture 48.98%, protein 27.35%, fat 12.25%, calcium 328.91 mg /100g, phosphorus 16.31 mg /100g, and NaCl 1.21%.

**Keywords** : skim milk, low fat cheese, emulsion, physicochemical characteristic

## PENDAHULUAN

Penyakit kardiovaskular merupakan penyebab kematian utama baik di negara maju maupun negara berkembang, dengan persentase terbesar 46 %. Berdasarkan data Badan Kesehatan Dunia (WHO)<sup>1</sup>, pada tahun 2012, terdapat 38 juta orang meninggal disebabkan oleh penyakit kronis salah satu diantaranya disebabkan oleh penyakit kardiovaskular. Data Riset Kesehatan Dasar tahun 2013<sup>2</sup> menunjukkan prevalensi kematian akibat penyakit jantung, hipertensi dan stroke mencapai 39,4 %.

Lemak memiliki peranan terhadap kasus kardiovaskular. Menurut Jacobsen *et al.*<sup>3</sup>, asupan lemak jenuh tinggi dalam diet dapat meningkatkan risiko penyakit jantung koroner. Selain itu, peningkatan konsumsi lemak jenuh pada beberapa kelompok masyarakat mengakibatkan peningkatan konsentrasi kolesterol dalam darah<sup>4</sup>.

Peningkatan kejadian penyakit kardiovaskular menyadarkan masyarakat terhadap pentingnya kesehatan. Saat ini sebagian masyarakat cenderung memilih produk-produk pangan rendah lemak dan rendah kolesterol. Produk rendah lemak mulai banyak tersedia di pasar dan terus meluas pada pengembangan produk baru. Salah satu jenis produk rendah lemak yang potensial untuk dikembangkan adalah keju rendah lemak.

Keju rendah lemak selain dapat meningkatkan kesehatan juga diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomi susu dengan kadar lemak rendah. Susu dengan kadar lemak rendah memiliki harga yang rendah. Namun dengan diolah menjadi keju rendah lemak, kadar lemak pada susu tidak menjadi masalah karena keju rendah lemak dibuat dari susu tanpa lemak maupun susu dengan kadar lemak rendah. Nilai fungsional pada keju rendah lemak yang kemudian meningkatkan nilai ekonomi susu tersebut. Keju yang diolah dari susu lemak penuh memiliki kadar lemak 43,54 % pada keju Gouda segar<sup>5</sup> sedangkan kadar lemak keju lunak dapat mencapai 52,21%<sup>6</sup>.

Istilah keju rendah lemak secara umum adalah keju dengan kandungan lemak lebih rendah dibandingkan dengan keju padat lemak (*full fat cheese*)<sup>7</sup>. Berdasarkan standar Codex, klasifikasi yang digunakan adalah sebagai berikut : keju dengan kadar lemak < 10% (bk) termasuk dalam keju skim, keju dengan kadar lemak 10-25% (bk) termasuk *low fat cheese*, keju dengan kadar lemak 25-45% (bk) termasuk *medium fat cheese*, keju dengan kadar lemak 45-60% (bk) termasuk *full fat cheese*.

Pembuatan keju rendah lemak dapat dilakukan dengan tiga pendekatan: 1) teknik pengolahan, 2) penggunaan kultur starter, 3) penggunaan bahan

tambahan seperti *stabilizer* dan *fat replacer*<sup>5</sup>. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memperoleh keju rendah lemak antara lain dengan mengganti bahan dasar pembuatan keju dari susu murni berkadar lemak tinggi menjadi bahan yang mengandung lemak dari formulasi emulsi minyak nabati dengan susu skim<sup>8</sup>, *whhey* dalam susu skim<sup>9</sup>, atau penggunaan *fat replacer* (lemak pengganti) untuk menghasilkan keju yang bersifat setara dengan keju padat lemak<sup>10</sup>.

Keju rendah lemak yang diperam umumnya memiliki tekstur yang keras seperti karet dan flavor yang lemah sehingga keju rendah lemak tanpa pemeraman (*fresh cheese*) secara komersial lebih disukai. Pada penelitian ini, keju rendah lemak tanpa pemeraman dibuat dengan menggunakan berbagai bahan baku modifikasi. Modifikasi bahan baku merupakan salah satu upaya yang mudah diaplikasikan dalam pembuatan keju rendah lemak. Modifikasi yang dilakukan dengan menurunkan kadar lemak susu sapi, mengganti lemak susu sapi dengan minyak nabati dalam sistem emulsi *water in oil in water* (W1O-W2), dan mengganti lemak susu dengan *fat replacer* yang mempunyai efek fungsional produk setara dengan lemak. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh modifikasi bahan baku susu terhadap karakteristik fisiko kimia keju rendah lemak.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian di Cimanggu, pada bulan Februari sampai bulan November 2011.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah susu sapi segar (diperoleh dari peternakan sapi perah di Kunak Leuwiliang, Kabupaten Bogor), susu skim hasil separasi, tablet renet dari mikrobial *Mucor meihei* (Marshall), starter *Streptococcus lactis*, probiotik *Lactobacillus casei* (koleksi Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian, Bogor), minyak jagung (*Chinese Corn Oil*), CaCl<sub>2</sub> (Merck), *Whey Protein Concentrate* teknis, *gellan gum* (Apli-chem), *polioksietilen sorbitan monostearat/Tween-60* (Merck), *sorbitan monostearat/ Span-60* (Kosteran S/I, PT Perdoni, Jakarta), *Gliserol Mono Stearat* (merk Chitrol GMS 0402, PT Setia Agung Kimia, Jakarta), sorbitol teknis, *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) teknis dari PT. Setia Guna, *Medium Chain Triglycerid MCT* (Krodamol), dan garam dapur. Alat-alat yang digunakan adalah krim separator, *round mold*, kain saring, *freezer*, *inverter*, *ultrathuraxhomogenizer*, *texture*

analyzer (Texture Pro CT V1.2 Build 9, Brookfield Engineering Labs, Inc.), timbangan analitik (Precisa XT 220A, Swiss), termometer, *soxhlet*, tanur, oven (*Imperial V Laboratory Oven*, USA), alat destilasi, alat titrasi, dan peralatan gelas lainnya untuk analisis.

## Metode Penelitian

### Proses modifikasi bahan baku susu

Pembuatan keju rendah lemak diawali dengan proses modifikasi bahan baku susu. Modifikasi bahan baku susu yang menjadi perlakuan dalam penelitian ini terdiri dari 5 perlakuan yaitu : (1) penurunan lemak susu 60 %, (2) emulsi minyak jagung dalam susu skim, (3) emulsi *whey protein concentrate* (WPC) dalam susu skim, (4) emulsi *water in oil in water* dalam susu skim, (5) emulsi minyak jagung dalam susu skim dengan penambahan probiotik. Keju kontrol (A0) merupakan keju yang diproduksi dari susu sapi segar tanpa ada modifikasi bahan baku. Proses pembuatan keju kontrol dapat dilihat pada Gambar 1. Proses pembuatan keju untuk masing-masing perlakuan dalam skala 20 liter susu.

### Perlakuan A1. Penurunan lemak susu 60 % (modifikasi Ehab et al.)<sup>11</sup>

Penurunan lemak susu 60 % sama dengan kadar lemak pada susu menjadi 40 %. Untuk mendapatkan 40 % kadar lemak pada susu sapi maka susu sapi segar (kadar lemak 5,6 %) dipisahkan terlebih dahulu lemak susunya dengan menggunakan *cream separator* sehingga diperoleh lemak susu dan susu skim (kadar lemak 0,13 %). Setelah itu, ditambahkan kembali lemak susu sebesar 2,11% pada susu skim.

Perhitungan sebagai berikut :

$$40/100 \times 5,6 \% = 2,24 \%$$

$$2,24\% - 0,13 \% = 2,11\% =$$

$$2,11 \text{ ml}/100 \text{ L susu} = 21,1 \text{ ml/L susu}$$

### Perlakuan A2 : Pembuatan emulsi minyak jagung dalam susu skim (modifikasi Lobato-Calleros)<sup>7</sup>.

Bahan dasar keju A2 adalah emulsi minyak jagung dalam susu skim. Pembuatan emulsi minyak jagung dilakukan dengan mencampurkan 3 macam *emulsifier* *Tween-60*, *Span-60*, dan *GMS* dalam perbandingan 0,5:0,2:0,3 dengan jumlah total 19,25g. Selanjutnya emulsi tersebut dicampur 175g minyak jagung/ liter susu skim, dan dipanaskan hingga mencapai suhu 60°C. Secara terpisah susu skim dipanaskan hingga 60°C. Susu skim dan emulsi minyak jagung dihomogenkan dengan blender selama 10 menit agar tercampur sempurna.

### Perlakuan A3

Pembuatan emulsi minyak jagung dan dispersi WPC dalam susu skim terdiri dari tiga tahap yaitu proses persiapan dispersi WPC dalam susu skim, proses pembuatan emulsi minyak jagung dalam susu skim, dan pencampuran emulsi minyak jagung dalam susu skim dengan dispersi WPC dalam susu skim.

Persiapan dispersi WPC (modifikasi Lobato-Calleros)<sup>12</sup>. Susu skim dipasteurisasi kemudian didinginkan hingga mencapai suhu 40°C. WPC 15 g/100 ml susu skim ditambahkan dan dihomogenkan dengan menggunakan blender selama 2 menit. Selanjutnya dispersi WPC yang digunakan adalah 10 g/L.

Pembuatan emulsi minyak jagung (modifikasi Lobato-Calleros)<sup>9</sup> Pembuatan emulsi minyak jagung dilakukan dengan mencampurkan 3 macam *emulsifier* *Tween-60*, *Span-60*, dan *GMS* dalam perbandingan 0,5:0,2:0,3 dengan jumlah total 19,25g. Selanjutnya emulsi tersebut dicampur 175g/liter susu skim minyak jagung/liter susu skim, dan dipanaskan hingga mencapai suhu 60°C. Secara terpisah susu skim dipanaskan hingga 60°C. Susu skim dan emulsi minyak jagung dihomogenkan dengan blender selama 10 menit agar tercampur sempurna.

Pencampuran emulsi minyak jagung dalam susu skim dengan dispersi WPC dalam susu skim. Susu skim ditambahkan emulsi minyak jagung kemudian dihomogenkan selama 10 menit. Emulsi minyak jagung dalam susu skim dipasteurisasi pada suhu 63°C. Pada waktu yang sama, susu skim ditambahkan dispersi WPC 10 g/L dan dipasteurisasi kemudian dicampurkan dengan emulsi minyak jagung dalam susu skim.

### Perlakuan A4 : Emulsi W1/O/W2 dalam susu skim (modifikasi Lobato-Calleros).

Perlakuan A4 menggunakan emulsi ganda, yaitu emulsi air dalam minyak dalam air (*Water in Oil in Water Multiple Emulsions* (W1/O/W2)). Emulsi W1/O/W2 merupakan suatu emulsi yang sangat cocok untuk pengembangan produk makanan rendah lemak sebagai sistem yang terdiri dari air dalam fase yang efektif mengurangi fraksi massa lemak yang terjadi pada fase minyak dalam air (O/W) (Lobato-Calleros et al.)<sup>9</sup>.

Pembuatan emulsi W1/O/W2 menggunakan inverter dengan kecepatan 1.500 rpm untuk mencampur fase air/water (W) yang terdiri dari air, *gellan gum*, sorbitol, dan *CMC* (*Carboxy Methyl Celullose*). Pengadukan dilakukan selama 10 menit. Pelarutan *gellan gum* dilakukan dengan menggunakan air panas < 70°C. Fase selanjutnya yaitu fase minyak/oil (O), fase minyak terdiri atas minyak MCT yang dicampur dengan *Tween-60*.



Pada fase ini dilakukan homogenisasi selama 10 menit dengan kecepatan 1.500 rpm.

Selanjutnya adalah fase air dalam minyak/*water-in-oil* (WO), fase ini terdiri atas pencampuran fase air/*water* (W) kedalam fase minyak/*oil* (O). Pada fase ini juga dilakukan homogenisasi selama 15 menit dengan kecepatan 1.500 rpm, dilanjutkan homogenisasi dengan kecepatan 11.000 rpm selama 10 menit sehingga menghasilkan globula-globula yang lebih kecil.

Proses selanjutnya adalah pembuatan fase air dalam minyak dalam air/*water-in-oil-in-water* (WOW), fase ini terdiri atas pencampuran fase air dalam minyak/*water-in-oil* (WO) dengan larutan biopolimer CMC (*Carboxymethylselulose*). Fase WOW dihomogenisasi selama 5 menit dengan kecepatan 1.500 rpm, selanjutnya dihomogenisasi selama 15 menit dengan kecepatan 11.000 rpm. Hasil pencampuran WOW menghasilkan emulsi cair dan berwarna putih susu, setelah emulsi WOW terbentuk, langkah selanjutnya adalah mencampurkannya ke dalam susu skim untuk proses pembuatan keju selanjutnya.

#### **Perlakuan A5: Emulsi minyak jagung dalam susu skim dengan penambahan probiotik (modifikasi *Lobato-Calleros*)<sup>9</sup>.**

Perlakuan A5 sama dengan perlakuan A2, namun dalam perlakuan A5 terdapat penambahan probiotik (*L.casei*) sebagai usaha meningkatkan sifat fungsional keju serta dapat membentuk flavor yang lebih baik. Probiotik ditambahkan bersamaan dengan penambahan starter *Streptococcus lactis*.

#### **Pembuatan keju rendah lemak<sup>4</sup>**

Tahap pembuatan keju rendah lemak adalah dengan melakukan pasteurisasi susu sapi yang telah dimodifikasi pada suhu pasteurisasi  $63 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit. Selanjutnya adalah penambahan starter *Streptococcus lactis* sebanyak 1 mL/L susu skim dan  $\text{CaCl}_2$  sebanyak 1,5 mL/L susu skim pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$ . Penambahan rennet 0,05 g/L susu skim dilakukan pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$ . Susu yang telah ditambah rennet dikoagulasi selama 30 menit. Setelah susu terkoagulasi sempurna dilakukan pemotongan pada *curd*. Selanjutnya dilakukan proses penyaringan dan penirisan untuk memisahkan *curd* dengan *whey* dan membentuk koagulum menjadi bentuk yang lebih kompak. *Curd* kemudian diberi garam sebanyak 2% dari berat *curd*, dicetak dan dipress selama 15 jam pada suhu ruang. Setelah itu, keju dikemas dengan aluminium foil dan disimpan pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  selama 3 hari. Setelah 3 hari keju siap dikonsumsi.

#### **Rancangan Percobaan**

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan formula bahan baku susu modifikasi dengan dua kali ulangan.

#### **Analisis dan Pengolahan Data**

Analisis sifat fisik keju putih rendah lemak yang dilakukan adalah rendemen (rendemen dihitung dari perbandingan antara jumlah *curd* yang dihasilkan dengan jumlah susu yang digunakan)<sup>13</sup> dan tekstur (tingkat kekerasan diukur dengan menggunakan *texture analyzer*)<sup>14</sup> sedangkan karakteristik kimia meliputi kadar air (metode oven), abu (metode pengabuan kering) dan protein (metode Makro *Kjedahl*)<sup>15</sup>, lemak (metode *Hidrolisis Weibull*)<sup>5</sup>, kadar kalsium (metode titrasi) dan fosfor (metode vanadat-molibdat)<sup>16</sup>. Data hasil analisis fisik dan kimia diolah dengan menggunakan sidik ragam. Jika hasil analisis menunjukkan pengaruh yang nyata maka dilakukan uji lanjut Duncan<sup>17</sup>.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Sifat Fisik Keju Rendah Lemak**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi susu berpengaruh nyata terhadap nilai rendemen dan tingkat kekerasan keju (Tabel 1). Rendemen didefinisikan sebagai jumlah keju (kg) yang dihasilkan dari 100 kg susu<sup>13</sup>. Rendemen keju cukup bervariasi. Penelitian yang dilakukan Purwadi<sup>18</sup> menghasilkan rendemen keju sebesar 10-11%. Penelitian ini menghasilkan rendemen keju sebesar 6,35-9,10% artinya 100 kg susu segar menghasilkan 6,35-9,1 kg keju.

#### **Rendemen**

Faktor yang berpengaruh terhadap rendemen adalah komposisi susu khususnya kadar lemak dan casein/protein. Namun kandungan protein merupakan faktor utama yang berpengaruh terhadap rendemen keju. Fox *et al*<sup>19</sup> menyatakan adanya korelasi liner antara rendemen dengan konsentrasi protein dan lemak. Semakin tinggi konsentrasi protein dan lemak maka rendemen akan meningkat. Pengurangan kadar lemak susu akan menurunkan rendemen keju. Hal ini ditunjukkan pada perlakuan A0 (kontrol) dan A1 (keju dengan penurunan 60% lemak), keju A0 memiliki rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan keju A1. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh perlakuan A2, A3, A4 dan A5, semakin tinggi kandungan lemak pada bahan baku keju maka rendemen yang dihasilkan semakin tinggi.

Tabel 1. Sifat fisik keju rendah lemak

Table 1. Physical properties of low fat cheese

Karakteristik / Characteristic	A0	A1	A2	A3	A4	A5
Rendemen (%) / Yield (%)	9,10±0,85 <sup>a</sup>	7,21±0,64 <sup>bc</sup>	9,10±0,75 <sup>a</sup>	7,71±0,60 <sup>b</sup>	6,35±0,15 <sup>c</sup>	8,83±0,44 <sup>a</sup>
Kekerasan (gf) / Hardness (gf)	140,85±3,46 <sup>b</sup>	334,05±3,00 <sup>a</sup>	110,75±4,20 <sup>b</sup>	171,45±4,31 <sup>b</sup>	380,95±4,19 <sup>a</sup>	130,45±2,12 <sup>b</sup>

\*Angka yang diikuti superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) / Numbers followed by different superscripted letter in the same row are significantly different ( $p < 0,05$ )

Keterangan/remarks :

A0= keju kontrol/control cheese.

A1= keju diturunkan lemak 60 %/ decrease 60 % fat of cheese milk

A2= keju emulsi minyak jagung dalam skim/emulsion corn oil in skim milk cheese

A3= Keju campuran emulsi minyak jagung dan dispersi WPC dalam susu skim/  
mix of emulsion corn oil in skim milk and WPC dispersion in skim milk

A4= Keju emulsi water in oil in water/emulsion water in oil in water cheese

A5= keju emulsi minyak jagung +probiotik /emulsion corn oil in skim milk cheese with probiotic

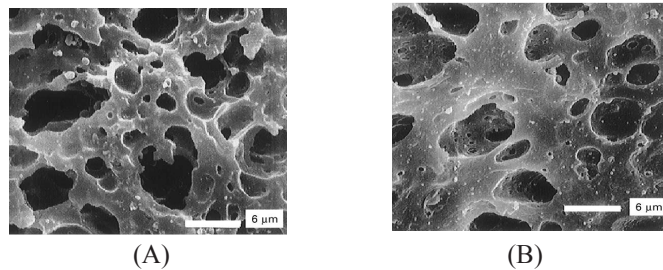
Pengurangan kadar lemak pada keju A1 menyebabkan rasio kasein:lemak meningkat sehingga rendemen menurun.

**Tekstur**

Komposisi susu berpengaruh terhadap tekstur keju<sup>20</sup>. Menurut Gutierrez-Mendez *et al.*<sup>21</sup> tekstur keju dipengaruhi oleh komposisi bahan baku (komposisi susu, starter asam laktat, jenis koagulan dan bahan tambahan lainnya), prosedur pembuatan keju, kondisi pemeraman, dan komposisi kimia keju (kadar air, protein, lemak, dll). Pengurangan kadar lemak dapat meningkatkan kekerasan<sup>22</sup>. Adanya lemak susu membuat keju menjadi lebih lembut dengan terdistribusinya globula lemak secara merata pada matriks kasein, ketika lemak dihilangkan maka kasein berperan besar dalam tekstur (Gambar 2).

Keju rendah lemak memiliki tekstur yang keras karena tingginya kadar protein<sup>7</sup>. Menurut Caro *et al.*<sup>23</sup>, pengurangan lemak menyebabkan kekerasan dan kekenyalan keju meningkat. Adanya lemak memecah matriks protein dan berperan sebagai *lubricant* sehingga tekstur keju menjadi lebih lembut dan halus. Pada penelitian ini, tingkat kekerasan keju formula

A4 < A1 < A3 < A5 < A2. Keju dengan formula A4 (keju emulsi water in oil in water) memiliki tingkat kekerasan tertinggi karena kadar lemaknya terendah dan kadar proteinnya tertinggi. Keju dengan formula A2, A3 dan A5 memiliki tingkat kekerasan yang tidak berbeda nyata ( $p < 0,05$ ). Namun adanya dispersi WPC pada perlakuan A3 (keju yang terbuat dari emulsi minyak jagung dan dispersi WPC) meningkatkan kekerasan keju dibandingkan perlakuan A2 dan A5 (keju emulsi minyak jagung dalam susu skim). Penambahan *fat replacer* berbasis protein seperti WPC pada konsentrasi tertentu dapat meningkatkan kekerasan dan kekenyalan. Penambahan protein menyebabkan interaksi antar protein-protein dan membentuk matriks yang lebih keras<sup>24</sup>. Berbeda halnya dengan penambahan *fat replacer* berbasis karbohidrat seperti *xanthan gum* dapat mengurangi tingkat kekerasan pada keju rendah lemak. Pengurangan tingkat kekerasan pada keju rendah lemak yang mengandung *xanthan gum* dimungkinkan adanya perubahan pada matriks protein. *Xanthan gum* meningkatkan kapasitas pengikatan air pada matriks protein<sup>9</sup>. Penambahan minyak jagung sebagai *fat replacer* membuat tekstur keju menjadi lebih lunak. Peranannya sebagai komponen bahan pangan lemak berkontribusi terhadap sensori dan sifat fisik<sup>25</sup>.



Gambar 2. Scanning Electron Microscopy keju padat lemak (A); keju rendah lemak(B)<sup>5</sup>  
Figure 2. Scanning Electron Microscopy Full fat cheese (A); Low fat cheese (B)<sup>5</sup>

### Sifat Kimia Keju Rendah Lemak

Keju merupakan pangan bergizi karena tingginya kandungan protein dan lemak<sup>26</sup>. Tingginya kandungan lemak keju menjadi penghalang sebagian orang untuk mengkonsumsinya. Selama dekade terakhir, diketahui bahwa asupan lemak berhubungan dengan berbagai penyakit seperti penyakit jantung koroner, obesitas dan kanker payudara<sup>27</sup>. Meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap kesehatan mendorong peningkatan permintaan masyarakat terhadap pangan rendah lemak termasuk keju rendah lemak<sup>28</sup>. Karakteristik kimia keju dengan berbagai modifikasi bahan baku susu dapat dilihat pada Tabel 2.

#### Kadar lemak

Hasil penelitian menunjukkan modifikasi susu berpengaruh nyata terhadap kadar lemak keju ( $p < 0,05$ ). Berdasarkan standar Codex, keju rendah lemak pada penelitian ini dihasilkan dari formula A3 yang dibuat dari modifikasi bahan baku susu dengan campuran emulsi minyak jagung dan dispersi WPC. Formula A1 dan A4 termasuk dalam keju skim sedangkan formula A2 dan A5 termasuk dalam keju lemak sedang. Jumlah minyak jagung yang ditambahkan dalam proses emulsi jagung 175 g/L menghasilkan kadar lemak keju pada taraf lemak sedang. Untuk menghasilkan keju rendah lemak dari formula A2 dan A5 dapat dilakukan dengan mengurangi jumlah minyak nabati tersebut. Semakin sedikit jumlah minyak nabati yang ditambahkan untuk menggantikan lemak susu maka semakin rendah kadar lemak keju. Perlakuan A4 memiliki kadar lemak terendah karena minyak nabati (*medium chain triglyceride*) yang digunakan sebagai pengganti lemak susu juga rendah.

Penggantian sebagian lemak susu dengan emulsi minyak nabati dapat memperbaiki kualitas fisik keju rendah lemak. Penggunaan minyak nabati dapat menghasilkan keju dengan kandungan asam lemak jenuh dan tidak jenuh yang seimbang<sup>9</sup>. Penggunaan minyak jagung sebagai pengganti lemak susu karena kandungan asam lemak tidak jenuh yang tinggi 50-85g/100g<sup>30</sup>. Minyak jagung mengandung asam lemak esensial terutama asam linoleat. Asam linoleat diperlukan untuk integritas kulit (*skin barrier*), membran sel, sistem kekebalan tubuh, dan sintesis eikosanoid. Eikosanoid diperlukan untuk reproduksi, ginjal, fungsi gastrointestinal, ketahanan terhadap penyakit dan kardiovaskular bahkan sangat efektif untuk menurunkan kolesterol serum, terutama *low-density lipoprotein-kolesterol*<sup>31</sup>.

#### Kadar Protein

Modifikasi bahan baku susu juga berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar protein keju. Semakin rendah kadar lemak keju maka semakin tinggi kadar protein keju.

Keju A4 memiliki kadar protein tertinggi karena adanya penambahan WPC sebagai *fat replacer*. *Whey Protein Concentrate* banyak mengandung komponen bioaktif<sup>32</sup> sehingga diharapkan dapat meningkatkan fungsional keju rendah lemak. Penggunaan WPC secara tunggal belum menghasilkan keju dengan kualitas yang setara dengan keju padat lemak. Penelitian yang dilakukan oleh Rashidi *et al.*<sup>33</sup> menyatakan bahwa penggunaan WPC dengan *xanthan guar* dapat memperbaiki tekstur dan meningkatkan sensori.

Protein susu terutama kasein merupakan komponen terpenting dalam pembuatan keju karena merupakan bahan utama yang dikoagulasi membentuk *curd*. Keberadaan lemak dalam susu mempengaruhi kadar protein keju. Ketika terjadi koagulasi, misel kasein bergabung satu sama lain melalui suatu jaringan membentuk struktur kumpulan globula lemak. Keberadaan lemak dalam jaringan tersebut membentuk struktur kasein keju menjadi lebih terbuka<sup>20</sup>. Lemak dapat memecahkan jaringan pada misel kasein sehingga proses pengeluaran *whey* dari matriks kasein menjadi lebih mudah atau kadar protein pada *curd* menjadi lebih rendah. Kehilangan protein selama pembuatan keju dapat terjadi melalui dua mekanisme yaitu hilangnya produk-produk proteolisis kasein terlarut dan hilangnya gumpalan-gumpalan halus bersama *whey* pada saat penirisan (*draining*).

#### Kadar air

Keju dapat diklasifikasikan menjadi keju keras (kadar air 20-42 %), keju semi keras atau semi lunak (kadar air 45-55 %), dan keju lunak (kadar air > 55 %)<sup>34</sup>. Penelitian ini menghasilkan keju dengan kadar air yang bervariasi yaitu antara 47,87 – 53,96% sehingga termasuk dalam kelompok keju semi lunak.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi bahan baku berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar air keju. Keju rendah lemak memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan keju lemak penuh<sup>9</sup>. Kadar air keju dipengaruhi oleh kadar lemak dan kadar proteinnya. Semakin rendah kadar lemaknya maka semakin tinggi kadar protein keju. Semakin tinggi kadar protein maka semakin meningkat kemampuan matriks kasein untuk mengikat air<sup>35</sup>. Keju emulsi *water in oil in water* dalam susu skim (A4) dan keju dengan penurunan lemak susu 60% (A1) memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena tingginya kandungan protein yang terdapat pada keju A1 dan A4. Keju emulsi minyak jagung dalam susu skim (A2 dan A5), keju campuran emulsi minyak jagung dan dispersi *whey protein concentrate* dalam susu skim (A3) memiliki kadar protein yang tidak berbeda nyata sehingga kadar air nya pun tidak berbeda nyata.



Tabel 2. Karakteristik kimia keju rendah lemak

Table 2. Chemical characteristic of low fat cheese

Karakteristik / Characteristic	A0	A1	A2	A3	A4	A5
K. Air (%) / Water (%)	47,87±1,25c	53,01±3,12ab	50,34±3,40bc	48,98±4,45c	53,96±4,26a	48,1±1,54c
K. Abu (%) / Ash (%)	4,54b±0,02c	5,04±0,03ab	4,63±0,26abc	4,72±0,17abc	5,17±0,20a	4,12±0,41c
K. Protein (%) / Protein (%)	24,77±0,71b	32,97±74a	24,51±0,26b	27,35±0,65b	33,31±0,75a	25,26±0,70b
K. Lemak (% bb) / Fat (% wet basis)	15,22±0,95b	4,20±1,99d	19,89±0,54a	12,55±0,83c	1,38±0,70e	19,9±0,68a
K. Lemak (% bk) / Fat (% dry basis)	29,19±2,56b	8,94±4,84d	40,05±1,64a	24,59±3,78c	2,99±1,82e	38,34±0,17a
K. Kalsium (mg/100g) / Calcium (mg/100g)	300,36±0,26a	318,42±0,34a	287,27±0,55a	328,91±0,46a	334,64±0,71a	299,60±0,67a
K. Fosfor (mg/100g) / Phosphor (mg/100g)	19,38±0,45b	14,80±0,23d	14,79±0,75d	16,31±1,20c	12,88±0,92e	22,09±1,65a
K. NaCl (%) / Natrium chloride (%)	1,25±0,35a	1,01±0,41b	1,30±0,66a	1,21±0,52a	0,99±0,34b	1,19±0,18a
Ratio kadar air/protein / Water/Protein ratio	1,93±0,01	1,61±0,12	2,05±0,19	1,79±0,26	1,62±0,21	1,90±0,14

\*Angka yang diikuti superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (p<0,05)/

Numbers followed by different superscripted letter in the same row are significantly different (p<0,05)

Keterangan/remarks :

A0= keju kontrol/control cheese

A1= keju diturunkan lemak 60 %/decrease 60 % fat of cheese milk

A2= keju emulsi minyak jagung dalam skim/emulsion corn oil in skim milk cheese

A3= Keju campuran emulsi minyak jagung dan dispersi WPC dalam susu skim/

mix of emulsion corn oil in skim milk and WPC dispersion in skim milk

A4= Keju emulsi water in oil in water/emulsion water in oil in water cheese

A5= keju emulsi minyak jagung + probiotik /emulsion corn oil in skim milk cheese with probiotic

Salah satu strategi utama untuk memperbaiki sifat keju rendah lemak adalah dengan meningkatkan kadar air yang cukup sehingga rasio kadar air terhadap protein sama atau lebih tinggi dari keju lemak penuh<sup>36</sup>. Pada penelitian ini, ratio kadar air : protein keju rendah lemak A1, A3 dan A4 lebih kecil dibandingkan dengan keju kontrol/keju padat lemak.

#### Kadar abu

Kadar abu menunjukkan kandungan mineral yang terdapat dalam pangan, selain lemak dan protein, mineral-mineral susu seperti kalsium, fosfor, dan magnesium terkonsentrasi dalam curd yang terbentuk selama proses koagulasi<sup>37</sup>. Perlakuan A4 memiliki kadar abu tertinggi sedangkan perlakuan A5 memiliki kadar abu terendah. Keju A4 yang memiliki kadar abu tertinggi juga memiliki kandungan kalsium tertinggi. Rendahnya kadar abu perlakuan A5 diduga karena adanya penggunaan mineral oleh probiotik.

#### Kalsium dan fosfor

Kalsium dan fosfor merupakan mineral yang

dibutuhkan pada masa pertumbuhan, kehamilan, dan menyusui<sup>38</sup>. Kebutuhan kalsium dan fosfor per hari adalah 800 mg dan 600 mg. Keju memiliki kandungan kalsium 60-700 mg/100 g<sup>39</sup>. Namun pengurangan jumlah kalsium yang terikat dengan kasein dalam keju merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat keju rendah lemak agar tidak terlalu keras. Keju dengan kadar kalsium yang lebih rendah akan lebih lembut, tidak terlalu elastis, titik lelehnya lebih tinggi<sup>40</sup>. Kadar kalsium keju yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar 200-300 mg/100g, dapat memenuhi 25-37,5 % dari kebutuhan harian tubuh. Kadar fosfor pada penelitian ini 12-22 mg/100g, dapat memenuhi kebutuhan harian tubuh 0,02-0,04 %.

#### Kadar garam

Garam memiliki peranan penting dalam pengolahan keju dan tidak mudah dihilangkan dari formulasi<sup>41</sup>. Keju dapat diasinkan dengan cara mencampurkan garam kering pada *drained curd* dengan mengoleskan garam kering pada permukaan keju yang sudah dipres (Romano atau *Blue Cheese*) atau dengan mencelupkan keju yang sudah dipres pada larutan garam. Kandungan garam

pada keju berkontribusi terhadap flavor, mengendalikan aktivitas starter, mempengaruhi sineresis air dari *curd*, mempengaruhi aktivitas enzim dan mikroorganisme selama proses pemeraman<sup>42</sup>. Garam dapat meningkatkan sineresis dan mengurangi kandungan air pada keju<sup>43</sup>. Konsentrasi garam pada keju rendah lemak berkisar 0,9-1,3%.

Perlakuan A2, A3 dan A5 secara signifikan memiliki kadar NaCl yang lebih tinggi. Kadar lemak mempengaruhi kadar NaCl pada keju rendah lemak. Perlakuan dengan kadar lemak tinggi memiliki kadar NaCl tinggi, hal ini terjadi berlawanan dengan kadar protein. Perlakuan dengan kadar protein tinggi memiliki kadar NaCl yang rendah.

Hasil yang sama terjadi pada penelitian Romeih *et al.*<sup>35</sup>, keju rendah lemak memiliki kadar garam lebih rendah dari keju padat lemak. Hal ini kemungkinan karena keju dengan kadar lemak tinggi (struktur kasein lebih besar /terbuka) maka garam yang digunakan untuk meningkatkan hidrasi kasein lebih tinggi dibandingkan dengan keju dengan kadar lemak rendah sehingga kadar garam pada keju menjadi lebih tinggi. Garam dapat mempengaruhi derajat hidrasi kasein pada konsentrasi rendah ( $\leq 6,5\%$  w/w NaCl), para kasein dapat menyerap air, keadaan ini menunjukkan efek garam terhadap matriks kasein dan secara bersamaan meningkatkan hidrasi kasein<sup>44</sup>.

## KESIMPULAN

1. Modifikasi bahan baku susu menghasilkan keju dengan kadar lemak yang bervariasi. Keju rendah lemak diperoleh dari formula A3 (campuran emulsi minyak jagung dengan dispersi *whey protein concentrate* dalam susu skim).
2. Keju rendah lemak A3 memiliki tekstur yang cukup keras dan kenyal. Keju rendah lemak A3 memiliki rendemen 7,71%, tingkat kekerasan 171,45 gf, kadar air 48,98%, kadar protein 27,35 %, kadar lemak 12,25 %, kalsium 328,91 mg/100g, fosfor 16,31 mg/100g, dan NaCl 1,21%.
3. Modifikasi bahan baku dapat mempengaruhi kandungan lemak dan protein keju rendah lemak. Pengurangan kadar lemak pada bahan baku pembuatan keju dapat meningkatkan kadar protein, meningkatkan kekerasan dan menurunkan rendemen keju.
4. Penambahan *fat replacer* berbasis protein dalam pembuatan keju rendah lemak dapat meningkatkan kekerasan/kenyalan, sedangkan penambahan *fat replacer* berbasis lemak dapat menghasilkan keju rendah lemak dengan sifat setara keju lemak penuh.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Mortality and morbidity [Internet]. 2012 [Diunduh tanggal 13 Mei 2015]. Tersedia di :[http://www.who.int/gho/ncd/mortality\\_morbidity/en/](http://www.who.int/gho/ncd/mortality_morbidity/en/).
2. Riset Kesehatan Dasar. 2013. Laporan Nasional 2013. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Departemen Kesehatan, Republik Indonesia.
3. Jakobsen MU, Overvad K, Dyerberg J, Schroll M, Heitmann BL. Dietary fat and risk of coronary heart disease: possible effect modification by gender and age. *American Journal Epidemiology*. 2004; 160:141–9.
4. Kromhout D, Bloemberg B, Feskens E, Menotti A, Nissinen A. High-monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations. *International Journal Epidemiology*. 2000; 29 : 260-265.
5. Chairunnisa H. Aspek nutrisi dan karakteristik organoleptik keju semi keras Gouda pada berbagai lama pemeraman. *Jurnal Ilmu Ternak* 2007;7:16-21.
6. Budreckiene R, Struzeckiene A. Optimization of manufacturing technology of soft cheese. *Proceeding Food Science and Technology*, 8-9th May 2014; Jelgava. 2014 p.311-314.
7. Mistry VV. Low fat cheese technology. *International dairy Journal* 2001; 11: 413-422.
8. Lobato-Calleros C, Sosa-Perez A, Rodriguez-Tafoya J, Sandoval-Castilla O, Perez-Alonso, Vernon-Carter EJ. Structural and textural characteristics of reduces-fat cheese like products made from W1OW2 emulsions and skim milk. *Food Sci. and Tech*. 2008; 41: 1847-1856.
9. Lobato-Calleros C, Hernandez JR., Beristain CI, Uribe YH, Sanchez-Garcia JE, Vernon-Carter EJ. Microstructure and texture of white fresh cheese made with canola oil and whey protein concentrate in partial or total replacement of milk fat. *Food Res. Intl*. 2007; 40: 529-537.
10. Koca N, Metin M. Textural, melting and sensory of low fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. *International Dairy Journal*. 2003; 14:365-373.
11. Ehab AR, Alexandra M, Costas GB, Gregory KZ. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. *International Dairy Journal*. 2002;12: 525–540.
12. Lobato-Calleros C, Robles-Martinez JC, Caballero-Perez Jf, Aguirre-Mandujano E, Vernon-Carter Ej. Fat replacers in low-fat Mexican manchego cheese. *Journal of Texture Studies*. 2001; 32:1-14.
13. El-Gawad MAMA, Ahmed NS. Cheese yield as affected by some parameters: a review. *Journal of Acta Science Polonarium Technology Aliment*. 2011; 10 : 131-153.
14. Kaya S. Effect of salt on hardness and whiteness of Gaziantep cheese during short-term brining. *Journal of Food Engineering*. 2002; 52 : 155–159.
15. Standar Nasional Indonesia (01-2891-1992). 1992. Cara



- Uji Makanan dan Minuman. Badan Standardisasi Nasional.
16. Septiana AT, Muchtadi D, Zakaria FR. Aktifitas antioksidan ekstrak Diklorometana dan air jahe pada asam linoleat. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 2002; 2:105-110.
  17. Sarwono J. 2010. PASW STATISTICS 18: Belajar Statistik Menjadi Mudah dan Cepat. Yogyakarta: Penerbit Andi.
  18. Purwadi. Kualitas keju mozarella dengan bahan pengasam jus jeruk nipis. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 2010; Volume 5 (2):3-40.
  19. Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PLH. *Fundamentals of Cheese Science*. Gaithersburg, MD: Aspen; 2000.
  20. Rahimi J, Khosrowshahi A, Moradi MM, Mohamadi H, Abbasi H, Madadlou A. Texture and chemistry of iranian white cheese as influenced by brine treatments. *J Food Process Technol*. 2013 (4):4.
  21. Gutiérrez-Méndez N, Trancoso-Reyes N, Leal-Ramos MY. Texture profile analysis of Fresh cheese and Chihuahua cheese using miniature cheese models. *Technociencia*. 2013; Vol 7 (2) :65-74.
  22. Awad S, Hassan A, and Muthukumarappan K. Application of exopolysaccharide-producing cultures in reduced fat cheddar cheese texture and melting properties. *Journal Dairy Science*. 2005;88:4204-4213.
  23. Caro L, Soto S, Franco MJ, Meza-Nieto M, Alfaro-Rodriguez RH, Mateo J. Composition, yield, and functionality of reduced-fat Oaxaca cheese: effects of using skim milk or a dry milk protein concentrate. *Journal Dairy Science*. 2011; 94 (22): 580-588.
  24. Mihulova M, Vejlupekova M, Hanusova J, Stetina J, Panovska Z. Effect of modified whey proteins on texture and sensory quality of processed cheese. *Czech J. Food Sci*. 2013; Vol. 31 (6): 553-558.
  25. Ognean CF, Darie N, Ognean M. Review : Fat Replacer. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 2006; 12: 433-442.
  26. Walther B, Schmid A, Sieber R, Wehrmüller K. Cheese in nutrition and health. *Dairy Sci. Technology*. 2008; 3: 389-405.
  27. Nateghi L. Effects of different adjunct starter cultures on proteolysis of reduced fat Cheddar cheese during ripening. *African Journal of Biotechnology*. 2012;11(61) :12491-12499.
  28. Nateghi L, Roohinejad S, Totosaus A, Tajabadi N, Meimanipour A, Rasti B, Abd Manap MY. Physicochemical and textural properties of reduced fat cheddar cheese formulated with xanthan gum and or sodium caseinate as fat replacer. *Journal of Food Ariculture and Environment*. 2012; 10:59-63.
  29. Felfoul I, Bornaz S, Hmida WB, Sahli A, Hamadi Attia. Effect of milk fat substitution of rennet milk induced coagulation on physico-chemical properties. *Journal of Chemistry*. 2013; Article ID 732024, 8 pages.
  30. Yeom KH, Schonewille JTH, Beynen AC. Fatty acid composition of plasma lipids and erythrocytes in adult goats in positive energy balance fed diets containing either olive or corn oil. *Small Ruminant Research*. 2005; 58 : 25-32.
  31. Dauqan E, Sani HA, Abdullah A, Kasim ZM. Effect of different vegetable oils (red palm olein, palm olein, corn oil and coconut oil) on lipid profile in rat. *Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2011; 2:253-258.
  32. Vidigal MCTR, Minim VPR, Ramos AM, Ceresino EB, Diniz MDMS, Camilloto GP, Minim LA. Effect of whey protein concentrate on texture of fat-free desserts: sensory and instrumental measurements. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2012; 32(2): 412-418.
  33. Rashidi H, Mazaheri-Tehrani M, Razavi MA, Ghods-Rohani M. Improving Textural and Sensory Characteristics of Low-Fat HF Feta Cheese Made with Fat Replacers. *Journal of Agriculture Science and Technology*. 2015; 17: 121-132.
  34. Farkye NY. Cheese technology. *International Journal of Dairy Technology*. 2004; 57: 91-98.
  35. Romeih EA, Michaelidou A, Deris B, Zerfiridis G. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. *International Dairy Journal*. 2002; 12: 525-540.
  36. Broadbent JR., McMahan DJ, Oberg CJ, Welker DL. Use of exopolysaccharide-producing cultures to improve the functionality of low fat cheese. *International Dairy Journal*. 2001; 11:433-439.
  37. Miller GD, Jarvis JK, Mc Bean LD. *Handbook of dairy foods and nutrition*. 3rd Edition. Boca Ration : CRC Press; 2007.
  38. Soetan KO, Olaiya CO, Oyewole OE. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*. 2010; 4(5): 200-222.
  39. USDA. *Nutrient database for standard reference*. USA; 2005.
  40. Joshi NS, Muthukumarappan K, Dave RI. Viscoelastic properties of part skim mozzarella cheese: effect of calcium, storage, and test temperature. *Int J Food Prop*. 2004; 7:239-52.
  41. Felicio TL, Esmerindo EA, Cruz AG, Nogueira LC, Raices RSL, Deliza R, Bolini HMA, Pollonio MAR. Cheese. What is its contribution to the sodium intake of Brazilians. *Journal of Appetite*. 2013; 66: 84-88.
  42. Guinee TP. Salting and the role of salt in cheese. *International Journal Dairy Technology*. 2004; 57:99-109.
  43. Fox PF, Mcsweeney PLH. *Dairy chemistry and biochemistry*; 1st edition. Ireland: Blackie academic and Professional; 1998.
  44. Guinee TP, Kilcawley KN. *Cheese as an ingredient* [3rd edition]. P.F. Fox ed. Chapman and Hall, London, UK; 2004.