

PENGEMBANGAN KEJU LEMAK RENDAH SEBAGAI PANGAN FUNGSIONAL

Development of Low Fat Cheese as Functional Food

Juniawati¹, Sri Usmiati¹, dan Evy Damayanthi²

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

Jalan Tentara Pelajar No.12 Bogor 16114, Indonesia

Telp. (0251) 8321762; 8350920, Faks. (0251) 8321762

E-mail: junia.sahib@gmail.com, bb-pascapanen@litbang.pertanian.go.id

²Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia IPB

Jalan Meranti, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Indonesia

E-mail: evyimam@yahoo.com

Diterima: 28 November 2014; Direvisi: 16 Januari 2015; Disetujui: 27 Januari 2015

ABSTRAK

Keju merupakan pangan olahan susu sebagai sumber protein dan kalsium. Namun, kandungan asam lemak jenuh yang tinggi pada keju menjadi penghalang bagi sebagian orang untuk mengonsumsinya. Pengembangan keju lemak rendah merupakan upaya memenuhi kebutuhan masyarakat akan pangan yang menyehatkan. Umumnya, keju lemak rendah memiliki tekstur keras, *flavor* lemah, dan rasa pahit. Namun, modifikasi proses dan bahan baku dapat memperbaiki kualitas dan meningkatkan nilai fungsional keju lemak rendah. Proses homogenitas krim susu, penambahan *fat replacer*, *adjunct culture* dan enzim, serta emulsi minyak nabati dalam skim dapat memperbaiki kualitas keju lemak rendah. Hasil pengujian *in vivo* dan klinis menunjukkan bahwa keju lemak rendah dapat menurunkan kadar kolesterol darah dan meningkatkan status antioksidan.

Kata kunci: Keju lemak rendah, pangan fungsional, penyakit kardiovaskular, pengolahan pangan

ABSTRACT

Cheese is one of dairy foods as a source of protein and calcium. However, the high content of saturated fatty acid in cheese prohibits some people to consume it. The development of low fat cheese is an effort to meet the public demand for healthy food. Low fat cheese usually has poor body, flavor and functional properties. However, modification of process and raw materials can improve the quality of low fat cheese and increase the functional properties of low fat cheese. The process of homogeneity of milk cream, addition of fat replacer, adjunct culture and enzymes, and emulsion of vegetable oils in skim can fix the qualities of low fat cheese. The results of in vivo and clinical testing showed that low fat cheese could lower blood cholesterol levels and raise the status of antioxidant.

Keywords: Low fat cheese, functional food, cardiovascular disease, food processing

PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya kejadian penyakit degeneratif menyadarkan sebagian masyarakat akan pentingnya kesehatan. Hal ini berdampak terhadap perubahan pola hidup dan konsumsi pangan. Masyarakat cenderung memilih pangan yang sehat termasuk pangan fungsional.

Banyak definisi tentang pangan fungsional, di antaranya dikemukakan Manzi *et al.* (2007). Pangan fungsional ialah pangan yang karena kandungan komponen aktifnya dapat memberikan manfaat bagi kesehatan, selain manfaat yang diberikan oleh zat-zat gizi yang terkandung di dalamnya. Peraturan Kepala Badan POM No. HK.00.5.52.0685 tahun 2005 tentang Ketentuan Pokok Pengawasan Pangan Fungsional mendefinisikan pangan fungsional sebagai pangan olahan yang mengandung satu atau lebih komponen fungsional yang berdasarkan kajian ilmiah mempunyai fungsi fisiologis tertentu, terbukti tidak membahayakan, dan bermanfaat bagi kesehatan (BPOM 2005). Komponen dalam pangan yang tergolong sebagai pangan fungsional ialah 1) vitamin, 2) mineral, 3) gula, 4) alkohol, 5) asam lemak tidak jenuh, 6) asam amino, 7) serat pangan, 8) prebiotik, 9) probiotik, 10) kolin, lesitin dan inositol, 11) karnitin dan skualen, 12) isoflavon, 13) fitosterol dan fitostanol, serta 14) polifenol. Pangan lemak rendah, gula, dan garam juga tergolong pangan fungsional karena merupakan pangan yang menyehatkan (Manzi *et al.* 2007).

Susu dan produk olahannya termasuk pangan fungsional karena mengandung berbagai komponen aktif yang bermanfaat bagi kesehatan. Protein susu merupakan zat gizi makro dan sumber bioaktif peptida yang berpengaruh terhadap sistem kardiovaskular, pencernaan, saraf, imun, dan endokrin (Hartmann dan Meisel 2007). Produk olahan susu yang cukup digemari dan banyak digunakan sebagai bahan tambahan pangan antara lain adalah keju. Keju merupakan pangan sumber protein dan sumber kalsium. Namun kandungan asam lemak jenuh

yang tinggi pada keju menjadi pembatas bagi sebagian orang untuk mengonsumsinya. Lemak jenuh banyak dihindari karena jenis lemak ini dapat meningkatkan kolesterol total darah (Kris-Etherton *et al.* 2000) atau meningkatkan risiko aterosklerosis (Jonarson 2004). Suatu penelitian *cohort* prospektif menunjukkan bahwa asam lemak jenuh meningkatkan risiko penyakit jantung sebesar 17% (Hu *et al.* 1997). Oleh karena itu, saat ini produk pangan lemak rendah banyak tersedia di pasar dan meluas pada pengembangan produk baru termasuk olahan susu.

Keju lemak rendah umumnya memiliki tekstur dan rasa yang kurang disukai konsumen. Nilai rata-rata penilaian uji hedonik terhadap atribut keseluruhan keju putih lemak rendah berkisar antara 2,91–3,31 atau berada pada kisaran biasa/netral (Maulidayanti 2011). Penghilangan sebagian lemak membuat tekstur keju menjadi keras, rasanya menjadi hambar, dan intensitas *flavor*-nya lemah. Oleh karena itu, berbagai teknologi dikembangkan untuk memperbaiki kualitas keju lemak rendah. Namun, penelitian mengenai keju lemak rendah di Indonesia masih relatif terbatas. Tulisan ini membahas berbagai teknologi pengolahan keju lemak rendah, pengemasan dan penyimpanannya, serta potensi pengembangan keju lemak rendah sebagai pangan fungsional dengan upaya penurunan risiko penyakit kardiovaskular.

KARAKTERISTIK KEJU LEMAK RENDAH

Menurut The Food and Agriculture Organization (FAO), keju adalah produk segar ataupun hasil pemeraman yang didapatkan dengan penirisan setelah terjadi koagulasi susu segar, krim, dan skim atau campurannya (Scott 1986). Krim atau kepala susu adalah bagian susu berlemak tinggi yang timbul ke bagian atas pada waktu susu didiamkan atau dipisahkan. Skim adalah bagian dari susu yang telah diambil sebagian atau seluruh krimnya sehingga sebagian besar komponennya berupa protein. Susu skim mengandung 55% kalori dari seluruh energi susu, umumnya digunakan dalam pembuatan produk-produk lemak rendah seperti susu bubuk untuk diet.

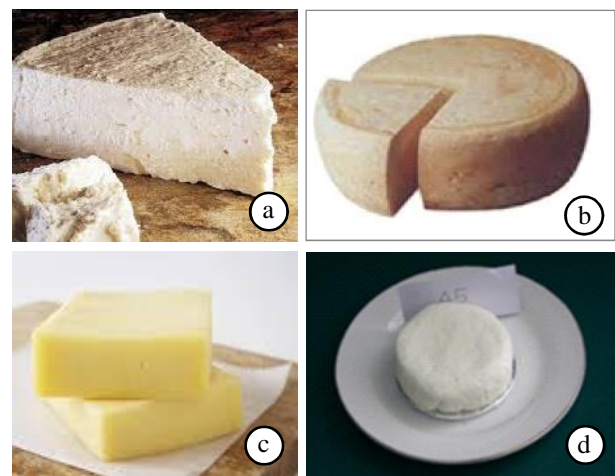
Istilah keju lemak rendah secara umum mengacu pada keju dengan kandungan lemak lebih rendah dibandingkan dengan keju lemak penuh (*full fat cheese*) (Mistry 2001). Berdasarkan berat basah, keju lemak penuh dalam bentuk segar memiliki kandungan lemak 24,5%, sedangkan keju lemak rendah dalam bentuk segar memiliki kandungan lemak 7,3% (Koca dan Mustofa 2004). Berdasarkan standar Codex, pengelompokan keju (berdasarkan berat kering) adalah sebagai berikut: 1) keju skim, kadar lemak < 10%, 2) keju lemak rendah, kadar lemak 10–25%, 3) keju lemak sedang, kadar lemak 25–45%, dan 4) keju lemak penuh, kadar lemak 45–60%.

Keju lemak rendah umumnya berasal dari susu berkadar lemak < 0,5% hingga 1,8%. Keju *feta* lemak

rendah berkualitas baik dapat diperoleh dari susu berkadar lemak 1,5% (keju *feta* lemak penuh dibuat dari susu berkadar lemak 6%). Pengurangan sebagian atau seluruh kandungan lemak susu berpengaruh terhadap rendemen, tekstur, *flavor*, dan rasa keju lemak rendah. Menurut Romeih *et al.* (2002), keju lemak rendah memiliki rendemen yang lebih rendah dibandingkan dengan keju lemak penuh. Pengurangan lemak susu menyebabkan rasio kasein dengan lemak meningkat dan komponen total padatan menurun sehingga rendemen menjadi rendah.

Rasio protein dengan lemak susu menjadi penting dalam menghasilkan keju lemak rendah dengan sifat yang setara keju lemak penuh. Untuk mengurangi 33% kadar lemak pada keju *cheddar*, rasio protein dengan lemak yang diinginkan adalah 1,58, sedangkan untuk mengurangi 50% kadar lemak pada keju *mozzarella*, rasio keduanya yang diinginkan adalah 2,4 (Mistry 2001).

Beberapa varian keju lemak rendah antara lain adalah keju *cheddar* (Fenelon dan Guinee 2000), keju *feta* (Katsiari *et al.* 2002), keju *kashar* (Koca dan Mustofa 2004), dan keju putih segar (*white fresh cheese*) (Damayanthi *et al.* 2013) (Gambar 1). Kandungan gizi keju lemak rendah berbagai varian keju dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Beberapa varian keju lemak rendah; a) keju *feta*, b) keju *kashar*, c) keju *cheddar*, d) keju putih segar.

Tabel 1. Kandungan gizi berbagai keju lemak rendah.

Karakteristik	<i>Cheddar</i> ¹⁾	<i>Feta</i> ²⁾	<i>Kashar</i> ³⁾	Keju putih segar ⁴⁾
Kadar air (% bb)	45,70	66,56	55,24	54,00
Kadar abu (% bk)	–	–	–	8,70
Kadar protein (% bk)	39,90	22,90	32,95	44,80
Kadar lemak (% bk)	6,30	21,44	7,33	21,90
Karbohidrat (% bk)	–	–	–	26,10

Sumber: ¹⁾Konuklar *et al.* (2004), ²⁾Sipahioglu *et al.* (1999), ³⁾Koca dan Mustofa (2004), ⁴⁾Damayanthi *et al.* (2013).

TEKNOLOGI PRODUKSI KEJU LEMAK RENDAH

Lemak merupakan komponen yang memengaruhi karakteristik fisik dan sensori keju lemak rendah. Umumnya, keju lemak rendah memiliki intensitas *flavor* yang rendah, rasa pahit, serta tekstur keras dan kenyal seperti karet (Sipahioglu *et al.* 1999). Kualitas keju lemak rendah dapat diperbaiki melalui modifikasi proses maupun bahan baku.

Modifikasi Proses

Proses homogenisasi krim dapat mengurangi ukuran globula lemak hingga menjadi $\leq 1 \mu\text{m}$. Proses homogenisasi dapat memecah dan menyatukan globula lemak susu sehingga meningkatkan kadar lemak keju dengan mengurangi jumlah lemak yang terkandung dalam *whey*. Proses homogenisasi juga meningkatkan setidaknya 2% kelembapan keju dengan meningkatkan emulsifikasi lemak (Karaman dan Akalin 2013).

Keju yang dibuat dari susu skim tanpa penambahan bahan lain memiliki tekstur keras dan kenyal serta rasa hambar. Proses homogenisasi krim susu tidak berpengaruh terhadap struktur protein susu, namun proses tersebut mengurangi ukuran globula lemak. Akibatnya, total luas permukaan globula lemak meningkat. Ukuran lemak yang semakin kecil menyebabkan lemak semakin mudah terdistribusi di dalam misel kasein sehingga struktur kasein terbuka dan menghasilkan tekstur keju yang lebih lembut. Gambar 2 menampilkan struktur permukaan kasein pada keju lemak penuh dan keju lemak rendah. Penambahan *homogenized cream* pada susu skim dapat memperbaiki kualitas keju lemak rendah (Drake dan Swanson 1996). Lemak berfungsi memecah matriks kasein dan berperan sebagai *lubricant*

sehingga tekstur keju menjadi lembut dan lunak (Romeih *et al.* 2002).

Modifikasi Bahan Baku

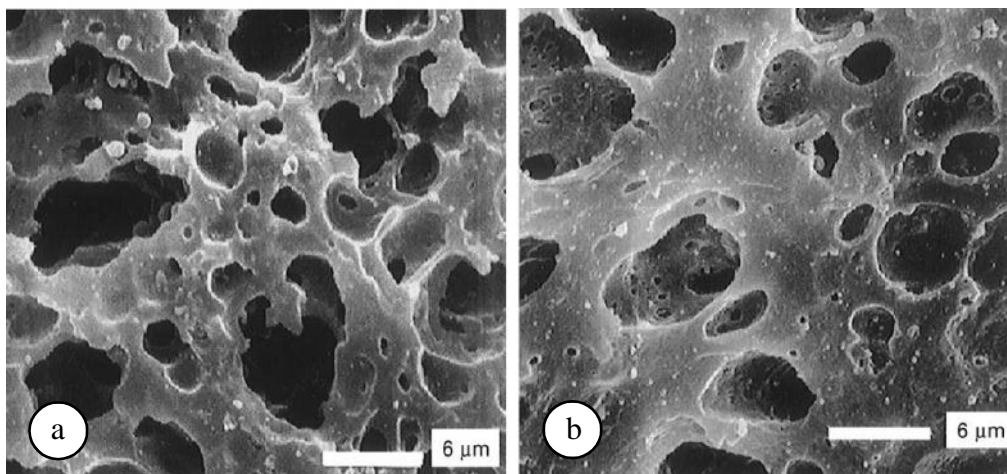
Kadar lemak susu sapi segar di Indonesia umumnya berkisar antara 1,5–5%. Keju lemak penuh dibuat dari susu segar berkadar lemak $\pm 5,6\%$, sedangkan keju lemak rendah dibuat dari susu skim (kadar lemak $\pm 0,13\%$) atau susu yang diturunkan kadar lemaknya hingga 60% dari kadar lemak awal (Romeih *et al.* 2002). Keju feta lemak rendah yang dibuat dari susu segar dengan kadar lemak 1,5% secara organoleptik cukup diterima dengan baik oleh panelis (Katsiari *et al.* 2002).

Bahan baku dalam pembuatan keju lemak rendah sering kali perlu dimodifikasi untuk mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan. Modifikasi bahan pembuatan keju lemak rendah diuraikan berikut ini.

Penggunaan *Fat Replacer*

Pengganti lemak (*fat replacer*) digunakan untuk mengganti lemak pada produk-produk pangan berlemak rendah. Pengganti lemak dapat berbasis karbohidrat, protein, lipida atau kombinasinya. Pengganti lemak berbasis karbohidrat dan protein dikenal sebagai *fat mimetic*. Pengganti lemak dengan makromolekul yang secara fisik dan kimia menyerupai triasilgliserol dikenal dengan *fat substitutes*, yang dapat menggantikan minyak dan lemak pada basis berat 1:1 dalam pangan. (Soekopitojo 2012).

Fat mimetic bersifat polar, larut dalam air, dan digunakan untuk menggantikan sebagian karakteristik sensori maupun fungsional lemak. *Fat mimetic* dapat mengikat air dan memperbaiki tekstur serta meningkatkan



Gambar 2. Hasil pemindaian mikroskop elektron pada keju; a) keju lemak penuh, b) keju lemak rendah (Mistry 2001).

Tabel 2. Hasil analisa kimia beberapa jenis keju.

Jenis keju	Lemak (%)	Kadar air (%)	Rendemen (%)	Protein (%)	pH	Garam (%)	Kekerasan (N)
F	19,82 ± 0,43	56,8 ± 1,37	13,8 ± 0,23	14,8 ± 0,36	4,83 ± 0,03	5,94 ± 0,18	47,6 ± 3,58
R	16,4 ± 0,52	59,0 ± 0,85	11,3 ± 0,03	18,3 ± 0,44	4,92 ± 0,00	6,14 ± 0,31	63,6 ± 7,07
RT	12,0 ± 0,58	67,6 ± 0,71	14,5 ± 0,49	13,5 ± 1,41	4,87 ± 0,00	6,15 ± 0,27	26,3 ± 3,46
Rle	13,7 ± 0,42	62,1 ± 0,54	13,1 ± 0,38	14,3 ± 0,69	4,89 ± 0,09	6,09 ± 0,33	32,0 ± 2,97
Rtle	14,4 ± 0,59	60,7 ± 0,79	13,2 ± 0,40	15,4 ± 0,57	4,76 ± 0,03	6,21 ± 0,25	39,8 ± 8,53
L	12,5 ± 0,53	61,5 ± 0,71	10,8 ± 0,09	18,7 ± 1,48	4,87 ± 0,00	6,21 ± 0,33	73,9 ± 4,79
LT	9,4 ± 0,32	67,1 ± 0,80	13,9 ± 0,11	13,6 ± 1,30	4,77 ± 0,03	6,16 ± 0,29	31,6 ± 5,90
Lle	10,7 ± 0,63	64,3 ± 0,42	12,6 ± 0,14	15,2 ± 1,07	4,82 ± 0,04	6,09 ± 0,23	39,0 ± 4,09
Ltle	11,3 ± 0,72	63,2 ± 0,49	12,4 ± 0,03	15,6 ± 1,07	4,83 ± 0,14	6,19 ± 0,27	42,4 ± 8,42

F = Keju lemak penuh

R = Keju lemak sedang

L = Keju lemak rendah

RT = Keju lemak sedang dengan penambahan tapioka termodifikasi

LT = Keju lemak rendah dengan penambahan tapioka termodifikasi

Rle = Keju lemak sedang dengan penambahan lesitin

Lle = Keju lemak rendah dengan penambahan lesitin

Rtle = Keju lemak sedang dengan penambahan tapioka termodifikasi dan lesitin

Ltle = Keju lemak rendah dengan penambahan tapioka termodifikasi dan lesitin

Sumber: Sipahioğlu *et al.* (1999).

rendemen. Namun, *fat mimetic* tidak dapat menggantikan sifat fungsional nonpolar dari lemak, seperti kapasitas lemak dalam membentuk *flavor* (McMahon *et al.* 1996).

Berbagai pengganti lemak yang dapat digunakan untuk memperbaiki tekstur keju lemak rendah antara lain adalah gum, karagenan, selulosa, gelatin, dan pati. Keju dengan pengganti lemak berbahan dasar karbohidrat (mikrokalin selulosa, guar gum, dan karagenan) memiliki tekstur yang lebih baik daripada keju yang dibuat menggunakan pengganti lemak dari protein (Drake dan Swanson 1996). Struktur keju menjadi lembut dengan adanya interaksi antara kasein dengan karagenan maupun mikrokalin selulosa karena fungsinya yang menyerupai globula lemak dalam matriks dadih (*curd*). Sipahioğlu *et al.* (1999) membuat keju dengan pengganti lemak tapioka termodifikasi, lesitin, dan kombinasi keduanya. Lesitin merupakan pengganti lemak berbasis protein. Penambahan lesitin, komposisi, dan sifat beberapa jenis keju dapat dilihat pada Tabel 2. Penambahan lesitin 0,2% dapat memperbaiki tekstur keju *cheddar* lemak rendah dan meningkatkan rendemen keju (Sipahioğlu *et al.* 1999).

Pengganti lemak berbasis protein lainnya adalah *whey protein concentrate* (WPC). Namun, dispersi WPC dalam susu skim belum dapat menghasilkan tekstur keju lemak rendah yang setara dengan tekstur keju lemak penuh sehingga diperlukan bahan tambahan pangan lain. Keju lemak rendah yang dibuat dari campuran emulsi minyak nabati dalam susu skim dan dispersi WPC dalam susu skim menghasilkan tekstur keju lemak rendah yang setara dengan keju lemak penuh (Juniawati 2012).

Penambahan *Adjunct Culture* dan Enzim

Starter culture adalah mikroorganisme yang ditambahkan pada pembuatan keju untuk membantu koagulasi dengan menurunkan pH sebelum penambahan *rennet*. *Adjunct culture* adalah mikroorganisme yang ditambahkan bersamaan dengan *starter culture* untuk meningkatkan kualitas sensori keju (El Soda *et al.* 2000). *Adjunct culture* dapat meningkatkan proses proteolisis terutama oleh adanya aktivitas amino-peptidase sehingga rasa pahit berkurang dan konsentrasi *flavor* peptida yang diharapkan meningkat (Nateghi 2012). *Adjunct culture* yang dipilih adalah nonstarter bakteri asam laktat. Starter bakteri asam laktat (terutama *Lactococcus*) bertanggung jawab terhadap produksi asam pada awal proses fermentasi, sedangkan nonstarter bakteri asam laktat berperan dalam proses pemeraman (Piras *et al.* 2013).

Spesies *Lactobacillus* merupakan kultur yang paling umum digunakan untuk memperbaiki *flavor* keju lemak rendah (Drake *et al.* 1997). Penggunaan *Lactobacillus helveticus* dapat memperbaiki *flavor* keju *cheddar* lemak rendah selama proses pemeraman (Drake dan Swanson 1996). *Adjunct culture* berupa bakteri probiotik seperti *Bifidobacterium* sp. dapat ditambahkan untuk membentuk *flavor* serta fungsi kesehatan dalam saluran pencernaan. Menurut Kanbe (1992) dan Hoover (1993), *Bifidobacteria* bermanfaat bagi kesehatan antara lain untuk mencegah konstipasi. *Bifidobacteria* diduga dapat menstimulasi gerakan peristaltik dan membantu pergerakan makanan dalam saluran pencernaan sehingga waktu tinggalnya (*transit time*) menjadi lebih singkat.

Enzim umumnya digunakan untuk memperbaiki tekstur keju lemak rendah, namun enzim juga menimbulkan

rasa pahit selama proses pemeraman. Protease dan lipase dari *Aspergillus oryzae* dapat meningkatkan *flavor* keju (Aravindan *et al.* 2007). Penambahan lipase dalam pembuatan keju putih lemak rendah dapat memperbaiki karakteristik fisik, kimia (kadar lemak dan profil asam lemak), serta sensori (Damayanthi *et al.* 2013). Keju lemak rendah yang dibuat dengan penambahan lipase mengandung 53 komponen volatil pembentuk cita rasa keju. Komponen volatil ini didominasi oleh asam oktadekadienoat, asam propanoat, asam format, dan asam asetat (Kilcawley *et al.* 1998).

Emulsi Minyak Nabati dalam Skim

Substitusi lemak susu dengan minyak nabati dapat menghasilkan keju lemak rendah yang sifatnya setara keju lemak penuh, selain menyeimbangkan kandungan asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh. Tingginya kandungan asam lemak tidak jenuh dalam diet berkaitan erat dengan kesehatan, khususnya menurunkan penyakit kardiovaskular. Sumber asam lemak tidak jenuh yang biasa digunakan ialah minyak jagung, minyak bekatul, minyak kedelai, minyak wijen, dan minyak kanola.

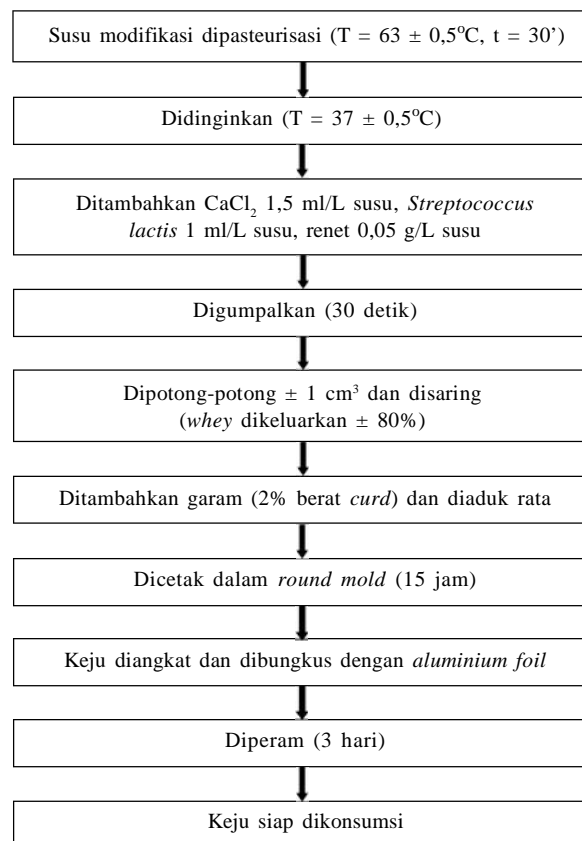
Susu merupakan emulsi minyak dalam air. Penggunaan minyak nabati dalam susu skim memerlukan

pengemulsi dengan nilai *hydrophilic lypophilic balance* (HLB) antara 9–14 untuk membentuk emulsi yang stabil. Pengemulsi merupakan *pseudo fat replacer* atau *fat extender* yang membantu pendispersian lemak dan mengikat air dalam keju lemak rendah (Flack 1996). Mono- dan digliserida merupakan pengemulsi yang banyak digunakan untuk produk-produk olahan susu lemak rendah.

Untuk memperoleh nilai HLB yang diinginkan, minyak jagung diemulsikan dengan susu skim dengan menggunakan pengemulsi campuran polisorbitat monostearat (Tween-60), sorbitan monostearat (Span-60), dan gliserol monostearat (GMS) dengan perbandingan 0,5:0,2:0,3, yang menghasilkan skim dengan nilai HLB 9,3. Jumlah minyak jagung untuk mendapatkan keju lemak rendah adalah $\pm 87,5$ g minyak jagung/liter susu skim (Damayanthi *et al.* 2013). Proses pembuatan keju lemak rendah dengan modifikasi bahan baku disajikan pada Gambar 3.

PENGEMASAN DAN PENYIMPANAN KEJU LEMAK RENDAH

Umur simpan keju bervariasi, bergantung pada tipe keju dan jenis pengemas. Keju dengan kadar air tinggi (keju



Gambar 3. Diagram alir proses pembuatan keju putih segar lemak rendah (Lobato-Calleos *et al.* 2007).

Tabel 3. Umur simpan berbagai jenis keju.

Tipe keju	Jenis	Umur simpan
Keju sangat keras	Parmesan, romano	7-9 bulan
Keju keras	Swiss, cheddar	3-6 bulan
Keju semi-lunak	Muenster, monterey jack	2-3 bulan
Keju lunak dengan pemeraman	Brie	4-8 minggu
Keju lunak tanpa pemeraman	Riccota, cottage	2-4 minggu
Keju olahan	American	9-12 bulan

Sumber: Scott (1986).

lunak) memiliki umur simpan lebih singkat dibandingkan dengan keju dengan kadar air rendah (keju keras). Air dalam bahan pangan dapat memengaruhi reaksi kimia dan menentukan kandungan mikroba dalam pangan.

Keju yang tidak diperam (keju segar) memiliki umur simpan lebih singkat dibandingkan dengan keju yang diperam. Keju tanpa proses pemeraman dan kadar air tinggi seperti keju *riccota* memiliki umur simpan pendek walaupun disimpan pada suhu dingin (Pierro *et al.* 2011). Hal yang sama dilaporkan oleh Chairunnisa (2007). Pemeraman berpengaruh terhadap kadar air dan kadar lemak keju. Makin lama waktu pemeraman, kadar air dan kadar lemak keju semakin rendah. Umur simpan berbagai jenis keju dapat dilihat pada Tabel 3.

Menurut Dueruet *et al.* (2001), pengemasan yang tepat merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan, selain komposisi bahan baku dan bahan tambahan pangan untuk mempertahankan kualitas gizi keju. Beberapa tipe pengemasan yang digunakan pada keju diuraikan berikut ini.

Modified Atmosphere Packaging (MAP)

Pada pengemasan dengan atmosfer termodifikasi, komposisi gas yang optimal bergantung pada karakteristik keju (Gonzales-Fandos *et al.* 2000). Pada keju semilunak dan keju keras, kondisi gas yang optimal ialah minimal O₂ dengan CO₂ terkendali. Pada beberapa jenis keju, kadar CO₂ yang tinggi dapat menyebabkan *off flavor* (Gonzales-Fandos *et al.* 2000). Hasil penelitian menunjukkan keju yang dikemas menggunakan atmosfer termodifikasi dengan komposisi O₂ 2 ± 1% dan CO₂ 19 ± 2% memiliki umur simpan 20% lebih lama dibandingkan dengan keju kontrol (Rodriguez-Aguilera *et al.* 2011). Atmosfir termodifikasi dapat dipadukan dengan *edible coating* dari kitosan dan *whey protein* untuk memperpanjang umur simpan keju *riccota* (Pierro *et al.* 2011).

Kemasan Plastik

Polietilen (PE) merupakan plastik yang paling banyak digunakan dalam industri. Menurut Robertson (2006),

plastik PE memiliki sejumlah keunggulan. Penampakkannya bervariasi dari transparan hingga keruh. PE juga bersifat lemas, mudah dibentuk, dan ditarik serta berdaya rentang tinggi tanpa sobek. Jenis plastik ini meleleh pada suhu 120 °C sehingga banyak digunakan untuk laminasi dengan bahan lain. Plastik PE tahan terhadap asam, basa, alkohol, detergen, kedaup air, dan uap air. Namun, PE memiliki sifat transmisi gas cukup tinggi sehingga tidak cocok untuk mengemas produk beraroma. Plastik PE juga kurang cocok untuk mengemas bahan berlemak atau berminyak. Polietilen banyak digunakan untuk mengemas buah-buahan dan sayuran segar, roti, produk pangan beku, dan tekstil. Hasil penelitian Budiyanto (2012) menunjukkan, keju segar lemak rendah yang dikemas dengan plastik PE memiliki umur simpan paling lama dibandingkan dengan bahan kemasan lainnya (polipropilen, *aluminium foil* dan *edible coating* karagenan), yaitu 36 hari pada suhu 5°C.

Aluminium Foil

Aluminium foil merupakan aluminium murni yang dirol hingga mencapai ketebalan 0,006 mm. *Aluminium foil* memiliki berbagai keuntungan sebagai bahan kemasan, antara lain tidak tembus cahaya, gas, air, bau, dan bahan pelarut yang tidak dimiliki oleh bahan pengemas fleksibel lainnya (Manley 1998). *Aluminium foil* memiliki nilai densitas paling tinggi dibandingkan dengan kemasan plastik PE maupun polipropilen. Nilai densitas yang tinggi menandakan kemasan tersebut memiliki struktur yang tertutup atau tidak mudah ditembus fluida dan gas. Hasil penelitian Budiyanto (2012) menunjukkan keju yang dikemas dengan polietilen dan polipropilen memiliki daya simpan yang lebih baik dibandingkan dengan yang dikemas dengan *aluminium foil*. Hal ini karena pada kemasan *aluminium foil* tidak dilakukan proses pengemasan vakum sehingga gas dan uap air dapat masuk ke dalam produk.

Edible Coating

Edible film dan *edible coating* terbuat dari bahan alami sehingga bersifat mudah terurai dan ramah lingkungan.

Edible coating adalah lapisan tipis untuk menahan secara selektif perpindahan massa. *Edible coating* dapat dibuat dari tiga jenis bahan, yaitu protein, polisakarida, dan lipida (Hassan dan Norziah 2012). *Edible coating* juga dapat digunakan sebagai matriks pembawa untuk bahan aktif dan bahan tambahan pangan seperti antimikroba, *flavor*, dan antioksidan sehingga memperbaiki kualitas produk. Beberapa bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan *edible coating* untuk mengemas keju adalah *gum*, sodium alginat, isolat protein kedelai (Janjarasskul dan Krochta 2010), galaktomanan (Cerqueira *et al.* 2010), karagenan (Budiyanto 2012), dan *whey protein isolate* (Ramos *et al.* 2012).

Penggunaan *whey edible film* dan *whey edible coating* dengan antioksidan maupun antimikroba dapat meningkatkan keamanan pangan dan umur simpan produk (Lee *et al.* 2003). Penelitian Henriques *et al.* (2013) menunjukkan secara visual tidak terdapat perbedaan warna antara keju yang dikemas *edible coating* dan tanpa *edible coating*. *Edible coating* berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba. Keju tanpa *edible coating* sudah ditumbuhi kapang pada penyimpanan 30 hari, sedangkan keju yang dikemas dengan *edible coating*, pertumbuhan kapang baru terlihat setelah penyimpanan 45 hari.

KEJU LEMAK RENDAH PENURUN RISIKO KARDIOVASKULAR

Penyakit kardiovaskular merupakan penyebab kematian nomor satu di dunia dan untuk beberapa tahun terakhir diproyeksikan tetap menjadi penyebab utama kematian di Indonesia. Penyakit kardiovaskular dibedakan menjadi penyakit jantung koroner (PJK) dan stroke. Penyebab utama PJK adalah aterosklerosis yang menyebabkan perubahan struktur dan komposisi terdalam dari arteri. Aterosklerosis merupakan proses penebalan dan pengerasan arteri berukuran sedang dan besar yang bertanggung jawab terhadap terjadinya serangan jantung dan berbagai kasus jantung *ishemik*. Aterosklerosis dalam arteri koroner menyebabkan angina dan *infark miokard*. Aterosklerosis dalam arteri otak menyebabkan stroke (Krummel 2008).

Menurut *The Helsinki Heart Study*, peningkatan kolesterol HDL (*high density level*) secara simultan dan penurunan kolesterol LDL (*low density level*) selama terapi pengobatan secara bersamaan dapat menurunkan 34% kejadian kardiovaskular (Huttunen *et al.* 1991). Peningkatan 1 mg/dl kolesterol HDL dapat menurunkan risiko kardiovaskular 2–3%. Tingginya kadar kolesterol HDL (> 60 mg/dl) merupakan faktor protektif terhadap kardiovaskular, sedangkan rendahnya kadar kolesterol HDL (< 40 mg/dl) merupakan faktor risiko kardiovaskular (Krummel 2008). Penurunan 1 mg/dl kolesterol LDL dapat menurunkan risiko kardiovaskular 1–2%.

Faktor-faktor yang dapat meningkatkan kolesterol LDL antara lain penuaan, genetik, diet, penurunan kadar

estrogen (pada wanita yang sudah mengalami menopause), obesitas, dan diabetes (Krummel 2008). Penggantian asam lemak jenuh dan asam lemak trans dalam diet dengan asam lemak tidak jenuh merupakan salah satu cara untuk mencegah penyakit kardiovaskular.

Hasil penelitian *in vivo* terhadap tikus *Sprague Dawley* menunjukkan bahwa konsumsi keju lemak rendah emulsi minyak jagung dalam susu skim sebagai sumber lemak dalam ransum selama 5 minggu dapat menurunkan kadar kolesterol total dan kolesterol LDL serta meningkatkan kadar kolesterol HDL dalam serum darah tikus percobaan (Juniawati 2012). Penurunan 10% kadar kolesterol total dapat menurunkan kejadian penyakit jantung koroner sebesar 30%. Penurunan kolesterol ini disebabkan substitusi lemak susu oleh minyak jagung dalam pembuatan keju putih lemak rendah. Minyak jagung mengandung sekitar 59% asam lemak tak jenuh ganda, 24% asam lemak tak jenuh tunggal, dan 10–17% asam lemak jenuh (Ronzio 2003).

Hasil uji klinis selama 3 minggu pada penderita hiperkolesterol dewasa menunjukkan bahwa konsumsi keju lemak rendah dengan emulsi minyak jagung dan emulsi minyak bekatul menurunkan kadar kolesterol total lebih kurang 21% dan menurunkan kadar trigliserida darah. Konsumsi keju lemak rendah minyak jagung juga dapat menurunkan kolesterol LDL, namun tidak demikian halnya dengan minyak bekatul. Tidak ada perubahan kadar kolesterol HDL pada kedua kelompok. Konsumsi keju lemak rendah dengan emulsi minyak jagung dan minyak bekatul juga memperbaiki status antioksidan penderita hiperkolesterolemik yang ditunjukkan dengan meningkatnya *serum superoxide dismutase* (SOD) dan menurunnya kadar *malondyal-dehide* (MDA) (Dewi *et al.* 2014).

Mekanisme asam lemak tidak jenuh ganda dan tidak jenuh tunggal dalam menurunkan kadar kolesterol adalah dengan meningkatkan jumlah reseptor LDL. Kondisi ini meningkatkan laju katabolik LDL di mana LDL merupakan lipoprotein aterogenik utama. Selain itu, minyak jagung juga merupakan sumber fitosterol. Mekanisme fitosterol dalam menurunkan kolesterol darah adalah dengan menurunkan kelarutan kolesterol dalam fase minyak dan menahan reabsorpsi asam empedu (Jones *et al.* 2000). Berdasarkan beberapa literatur, *Streptococcus lactis* atau bakteri asam laktat juga dapat menurunkan kadar kolesterol karena keduanya mampu mengasimilasi kolesterol dan mendekongugasi garam empedu (Ngatirah *et al.* 2000).

POTENSI PENGEMBANGAN KEJU LEMAK RENDAH DI INDONESIA

Menurut Lembaga Survei, keju merupakan salah satu dari 53 produk konsumsi cepat habis yang tingkat konsumsinya terus meningkat. Peningkatan konsumsi sebesar 38% terjadi di kalangan menengah ke atas dan

28% di kalangan menengah ke bawah. Di Indonesia, data Statistik Konsumsi Pangan (2012) menunjukkan bahwa keju merupakan salah satu produk susu olahan yang konsumsinya meningkat cukup besar, yaitu 12,5%/tahun. Asosiasi Industri Pengolahan Susu (2012) memperkirakan penjualan susu olahan termasuk keju pada tahun 2012 mencapai Rp33,17 triliun, meningkat 7% dibandingkan proyeksi tahun 2013 sebesar Rp31 triliun.

Keju bukan berasal dari Indonesia, tetapi saat ini telah menjadi salah satu sajian yang disukai masyarakat Indonesia. Bagi masyarakat perkotaan, keju menjadi salah satu pilihan makanan pada menu sarapan, makan siang, ataupun camilan. Namun seiring bertambahnya usia, kandungan lemak menjadi pembatas dalam konsumsi susu dan produk olahannya. Padahal susu merupakan sumber kalsium yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan serta mengurangi risiko osteoporosis dan fraktur (Brown *et al.* 2005).

Saat ini, konsumen remaja dan dewasa mulai memilih susu lemak rendah untuk menjaga bentuk tubuh dan mengurangi risiko penyakit degeneratif. Namun, konsumen *lactose intolerant* tidak dapat mengonsumsi susu secara langsung sehingga keju lemak rendah dan produk olahan susu lemak rendah lainnya sangat potensial untuk dikembangkan. Pangan lemak rendah diklaim sebagai pangan sehat karena mampu mengurangi risiko penyakit jantung koroner dan beberapa tipe kanker yang berhubungan dengan asupan lemak berlebih, menurunkan berat badan, mengubah profil lipida, dan mengontrol glikemik (Warshaw *et al.* 1996).

Salah satu dasar dalam menetapkan tingkat harga susu adalah total padatan (TS). Total padatan mencerminkan komponen susu yang meliputi lemak, protein, laktosa, dan abu. Komponen susu relatif tidak berubah kecuali lemak susu. Menurut Puguh *et al.* (2013), semakin tinggi kadar lemak susu semakin tinggi kandungan total padatan. Dengan demikian, secara tidak langsung lemak digunakan sebagai penentu harga susu. Susu berkadar lemak tinggi memiliki harga yang lebih tinggi (Tabel 4).

Umumnya, masalah yang dihadapi peternak antara lain adalah harga susu yang rendah karena nilai total padatan susu (termasuk lemak) yang rendah. Pengembangan keju lemak rendah dengan menerapkan teknologi pengolahan tepat guna (sederhana) diarahkan untuk meningkatkan nilai ekonomi susu (total padatan rendah). Upaya ini diharapkan dapat meningkatkan pendapatan

peternak, memperpanjang daya simpan susu dalam bentuk produk olahan, dan memenuhi kebutuhan masyarakat akan produk pangan lemak rendah.

KESIMPULAN

Keju lemak rendah merupakan salah satu produk olahan susu yang dapat dikembangkan dari susu berkadar lemak rendah. Modifikasi proses dan bahan baku melalui penambahan *adjunct culture*, probiotik, dan enzim dapat memperbaiki kualitas keju lemak rendah.

Keju lemak rendah dapat dimanfaatkan oleh masyarakat yang berisiko terkena penyakit degeneratif. Sifat fungsional keju lemak rendah telah dibuktikan melalui uji *in vivo* dan uji klinis yang dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Teknologi produksi keju lemak rendah relatif sederhana dan dapat diaplikasikan oleh peternak sapi untuk dikembangkan dalam skala komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Aravindan, R., P. Anbumathi, and T. Viruthagiri. 2007. Lipase applications in food industry. *Indian J. Biotechnol.* 6: 141–158.
- B POM (Badan Pengawas Obat dan Makanan). 2005. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor Hk 00.05.52.0685. Ketentuan Pokok Pengawasan Pangan Fungsional. BPOM, Jakarta.
- Brown, J.E., C. Dugan, and R. Kleindan. 2005. *Nutrition Through the Life Cycle*. Thomson Wadsworth, Belmont, USA.
- Budiyanto, M.P. 2012. Pengaruh jenis kemasan dan kondisi penyimpanan terhadap mutu dan umur simpan produk keju lunak lemak rendah. Skripsi. Departemen Gizi Masyarakat Institut Pertanian Bogor. 58 hlm.
- Cerqueira, M.A., I. Macedo, R. Rodriguez-Aguilera, B.W.S. Souza, J.A. Teixeira, and A.A. Vicente. 2010. Use of galactomannan edible coating application and storage temperature for prolonging shelf-life of “regional” cheese. *J. Food Engin.* 97: 87–94.
- Chairunnisa, H. 2007. Aspek nutrisi dan karakteristik organoleptik keju semikeras gouda pada berbagai lama pemeraman. *J. Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak* 7(1): 16–21.
- Damayanthi, E., Juniawati, S. Usmiati, R.K. Rukmana, dan M. Dewi. 2013. Penggunaan enzim lipase bukan pati sago resisten yang memperbaiki mutu keju lunak lemak rendah. hlm 161–167. *Prosiding Seminar Nasional PATPI, Jember, 26–29 Agustus 2013.*
- Dewi, M., E. Damayanthi, S. Usmiati, Juniawati, and D. Alamsyah. 2014. Low fat cheese with rice bran and corn oil as fat substitutes improve antioxidant status of hyper-cholesterolemic individuals. 2nd Korea-ASEAN Symposium on Indonesia Natural Product, Jakarta, 15–16 August 2014.
- Drake, M.A. and M.G. Swanson. 1996. Reduced and low-fat-cheese technology: A review. *Trends Food Sci. Technol.* 6: 366–369.
- Drake, M.A., T.D. Boylston, N.K.D. Spence, and B.G. Swanson. 1997. Improvement of sensory quality of reduced fat cheddar cheese by a *Lactobacillus* adjunct. *Food Res. Int.* 30(1): 35–40.

Tabel 4. Tingkat harga susu segar.

Grade susu segar	Harga (Rp)
Grade 1 (TPC 1–500.000 per ml)	3.700–3.800
Grade 2 (TPC 500.000–1.000.000 per ml)	3.500–3.800
Grade 3 (TPC 1.000.000–3.000.000 per ml)	3.300–3.800

Sumber: Purnomo (2012).

- Dueruet, A., B. Carter, and D. Hamid. 2001. Effect of processing conditions on yield, chemical composition and sensory characteristics of white soft cheese. *J. Trop. Med. Hyg.* 25(1): 122–136.
- El Soda, M., S.A. Madkor, and P.S. Tonh. 2000. Adjunct cultures: Recent development and potential significance to the cheese industry. *J. Dairy Sci.* 83: 609–619.
- Fenelon, M.A. and T.P. Guinee. 2000. Primary proteolysis and textural changes during ripening in cheddar cheeses manufactured to different fat contents. *Int'l. Dairy J.* 10: 151–158.
- Flack, E. 1996. The role of emulsifiers in low-fat food products. *In Handbook of Fat Replacer.* S. Roller and S.A. Jones (Ed.). pp. 213–234. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Gonzalez-Fandos, E., S. Sanz, and C. Olarte. 2000. Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Cameros cheese packaged under modified atmospheres. *Food Microbiol.* 17: 407–414.
- Hartmann, R. and H. Meisel. 2007. Food-derived peptides with biological activity: From research to food applications. *Curr. Opin. Biotechnol.* 18: 1–7.
- Hassan, A.A. and M.H. Norziah. 2012. Starch gelatinized films: Water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers. *Food Hydrocolloids* 26: 108–117.
- Henriques, M., G. Santos, A. Rodrigues, D. Gomes, C. Pereira, and M. Gil. 2013. Replacement of conventional cheese coatings by natural whey protein edible coatings with antimicrobial activity. *J. Hygienic Engin. Design* 3: 34–47.
- Hoover, D.G. 1993. Bifidobacteria: Activity and potential benefit. *Food Technol.* 47(6): 120–124.
- Hu, F.B., M.J. Stampfer, J.E. Manson, E. Rimm, G.A. Colditz, B.A. Rosner, C.H. Hennekens, and W.C. Willett. 1997. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *New England J. Medicine* 337: 1491–1499.
- Huttunen, J.K., V. Manninen, and M. Manttair. 1991. The Helsinki Heart Study: Central finding and clinical implications. *Ann Medicine* 23: 155–159.
- Janjarasskul, T. and J.M. Krochta. 2010. Edible packaging materials. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 1: 415–418.
- Jonarson, S. 2004. Analisa kadar asam lemak minyak goreng yang digunakan penjual makanan jajanan gorengan di Padang Bulan Medan Tahun 2004. Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan. 68 hlm.
- Jones, P.J., M. Raeni-Sarjaz, F.Y. Ntanos, C.A. Vanstone, J.Y. Feng, and W.E. Parsons. 2000. Modulation of plasma lipid levels and cholesterol kinetics by phytosterol versus phytosterol esters. *J. Lipid Res.* 41: 297–705.
- Juniawati. 2012. Pengembangan produk keju lemak rendah dan pengaruhnya terhadap profil lipida serum tikus percobaan. Tesis Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 101 hlm.
- Kanbe, M. 1992. Use of intestinal lactic acid bacteria and health. *In Y. Nakazawa and A. Hosono (Eds.). Function of Fermented Milk: Challenges for the health sciences.* Elsevier Science Publ., England.
- Karaman, A. and A.S. Akalin. 2013. Improving quality characteristics of reduced and low fat Turkish white cheese using homogenized cream. *J. Food Sci. Technol.* 50: 503–510.
- Katsiari, M.C., L.P. Voutsinas, E. Konyli, and E. Alichanidis. 2002. Flavour enhancement of low-fat feta-type cheese using a commercial adjunct culture. *J. Food Chem.* 79: 193–198.
- Kilcawley, K.N., M.G. Wilkinson, and P.F. Fox. 1998. Enzyme-modified cheese. *Int'l. Dairy J.* 8: 1–10.
- Koca, N. and M. Mustofa. 2004. Textural melting and sensory of low fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. *Int'l. Dairy J.* 14: 365–373.
- Konuklar, G., G.E. Inglett, K. Warner, and C.J. Carriere. 2004. Use of a β -glucan hydrocolloidal suspension in the manufacture of low-fat cheddar cheeses: Textural properties by instrumental methods and sensory panels. *J. Food Hydrocolloids* 18: 535–545.
- Kris-Etherton, P.M., T.A. Pearson, Y. Wan, R.L. Hargrove, K. Moriarty, V. Fishell, and T.D. Etherton. 2000. High-monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations. *Amer. J. Clinical Nutr.* 70: 1009–1015.
- Krummel. 2008. Medical nutrition therapy in cardiovascular disease. *In L.K. Mahan and S. Escott-Stump (Eds.). Krause's Food, Nutrition and Diet Therapy.* 12th Ed. Saunders, Philadelphia. pp. 860–899.
- Lee, J.Y., H.J. park, C.Y. Lee, and W.Y. Choi. 2003. Extending shelflife of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *Lebensm. Wiss. U Technol* 36: 323–329.
- Lobato-Calleros, C., J.R. Hernandez, C.I. Beristain, Y.H. Uribe, J.E. Sanchez-Garcia, and E.J. Vernon-Carter. 2007. Microstructure and texture of white fresh cheese made with canola oil and whey protein concentrate in partial or total replacement of milk fat. *J. Food Res. Int'l.* 40: 529–537.
- Manley, D. 1998. *Technology of Biscuits, Crackers, and Cookies.* Woodhead Publ. Ltd., Cambridge, England.
- Manzi, P., S. Marconi, and L. Pizzoferrato. 2007. New functional milk-based products in the Italian market. *J. Food Chem.* 104: 808–813.
- Maulidayanti, A. 2011. Karakteristik keju putih lemak rendah menggunakan berbagai bahan baku susu sapi modifikasi. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. 48 hlm.
- McMahon, D.J., M.C. Alleyne, R.I. Fife, and C.J. Oberg. 1996. Use of fat replacers in low-fat mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 79: 1011–1021.
- Mistry, V.V. 2001. Low fat cheese technology. *Int'l. Dairy J.* 11: 413–422.
- Nateghi, L. 2012. Effects of different adjunct starter cultures on proteolysis of reduced fat cheddar cheese during ripening. *Afr. J. Biotechnol.* 11(61): 12491–12499.
- Ngatirah, E. Harmayani, E.S. Rahayu, dan U. Tyas. 2000. Seleksi bakteri asam laktat agensia proiotik yang berpotensi menurunkan kolesterol. Seminar Nasional Industri Pangan. PATPI. Surabaya, 10–11 Oktober 2000.
- Pierro, P.D., A. Sorrentino, L. Mariniello, L.C. Valeria, and Giosafatto. 2011. Chitosan/whey protein film as active coating to extend ricotta cheese shelf-life. *J. Food Sci. Technol.* 44: 2324–2327.
- Piras, C., F.C. Marincola, F. Savorani, B. Soren, Engelsen, S. Cosentino, S. Viale, and M.B. Pisano. 2013. A NMR metabolomics study of the ripening process of the Fiore Sardo cheese produced with autochthonous adjunct cultures. *J. Food Chemistry* 141: 2137–2147.
- Puguh, A.W., T.Y. Astuti, dan P. Soediartha. 2013. Kajian *total solid* (TS) dan *solid non fat* (Snf) susu kambing peranakan Ettawa (PE) pada satu periode laktasi. *J. Ilmiah Peternakan* 1(1): 214–221.
- Purnomo, A. 2012. Peternak minta Nestle naikkan harga susu. <http://www.temppo.co>. [28 Mei 2012].
- Pusdatim (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian). Statistik Konsumsi Pangan. 2012. Pusdatim, Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Ramos, O.L., J.O. Pereira, S.I. Silva, J.C. Fernandez, M.I. Franco, J.A. Lopez-da-Silva, M.E. Pintado, and F.X. Malcata. 2012. Evaluation of antimicrobial edible coatings from a whey protein isolate base to improve the shelf life of cheese. *J. Dairy Sci.* 95: 6282–6292.

- Robertson, G.L. 2006. *Food Packaging Principles and Practice*. 2nd ed. Taylor and Francis Group LLC, Boca Raton. 550 pp.
- Rodriguez-Aguilera, R., J.C. Oliveiraa, J.C. Montanez, and P.V. Mahajana. 2011. Effect of modified atmosphere packaging on quality factors and shelf-life of surface mould ripened cheese: Part I constant temperature. *Food Sci. Technol.* 44: 330–336.
- Romeih, E.A., A. Michaelidou, and D.B. Zerfiridis G 2002. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. *Int'l. Dairy J.* 12: 525–540.
- Ronzio, R.A. 2003. *The Encyclopedia of Nutrition and Good Health*. Second Ed. United States of America.
- Scott, R. 1986. *Cheesemaking Practice*. Applied Science Ltd., London.
- Sipahioglu, O., V.B. Alvarez, and C. Solano-Lopez. 1999. Structure, physico-chemical and sensory properties of feta cheese made with tapioca starch and lecithin as fat mimetics. *Int'l. Dairy J.* 9: 783–789.
- Soekopitojo, S. 2012. Isu terkini pengembangan fat replacer. *food review Indonesia*. <http://foodreview.co.id/preview.php?view2&id=56357#>. [4 Agustus 2014]
- Warsaw, H.S., M.J. Franz, and M.A. Powers. 1996. Fat replacers: their use in foods and role in diabetes medical nutrition therapy. *Diabetes Care* 19: 1294–1301.