

## PROFIL PROTEIN SUSU DAN PRODUK OLAHANNYA

R. Susanti<sup>1</sup>✉ E Hidayat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

<sup>2</sup>SD Negeri 1 Suka Mulya, Kecamatan Lemong, Pesisir Barat, Lampung

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*  
Diterima Agustus 2016  
Disetujui September 2016  
Dipublikasikan Oktober 2016

*Keywords:*  
protein profile; milk; dairy product

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar protein dan profil protein pada beberapa susu (susu kedelai, susu kambing) dan olahannya (yogurt, tofu). Kadar protein diukur dengan metode Lowry, sedangkan profil protein dianalisis menggunakan SDS PAGE. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Kadar protein tertinggi pada sampel yang dianalisis terdapat pada produk yogurt A (579,5 mg/ml), disusul susu kedelai (289,99 mg/ml) dan susu kambing (133,1 mg/ml). Analisis profil protein terlihat pita protein dengan mobilitas terendah sampai tertinggi terletak pada berat molekul 14-150 kDa. Pita protein khas yang hanya dimiliki susu kambing adalah pita 150kDa. Sementara pita protein khas yang hanya dimiliki susu kedelai adalah pita 44 kDa dan 55kDa. Pita protein yang khas hanya dimiliki yogurt A (dengan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*) adalah pita 65Da. Semua jenis susu dan olahannya memiliki pita 70kDa, kecuali susu kedelai. Profil protein susu kedelai dan tofu menunjukkan profil protein yang sangat berbeda, namun keduanya memiliki pita 18kDa.

### Abstract

*This study aimed to observe protein level and profiles on some milks (soy milk, goat's milk) and dairy (yogurt, tofu) product. Protein content was observed by Lowry method, whereas the protein profiles were analyzed by polyacrylamide gel electrophoresis. Data were analyzed descriptively. The highest protein content of the observed sample was in yogurt A products (579,5 mg/ml), followed by soy milk (289,99 mg/ml) and goat's milk (133,1 mg/ml). Analysis of protein profiles showed protein bands with lowest to highest mobility lies in the molecular weight of 14-150 kDa. Typical protein band of goat's milk was a 150kDa band. While the typical protein bands of soy milk were 44 kDa and 55kDa band. The typical protein band of yogurt A (with *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* bacterium) was 65Da. All types of milks and dairy had 70kDa band, except for soy milk. Protein profile of soy milk and tofu was very different, but both had 18kDa band.*

© 2016 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:  
Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229

## PENDAHULUAN

Kesadaran akan pentingnya kualitas hidup menuntut masyarakat untuk cenderung mencari produk-produk pangan alami demi menjaga kesehatan. Produk pangan alami tersebut antara lain bahan pangan fungsional asal tanaman atau hewan. Susu adalah cairan biologis yang dihasilkan mamalia, untuk memenuhi semua kebutuhan gizi anaknya yang baru lahir. Susu mengandung karbohidrat (laktosa), protein, lemak, vitamin, dan mineral yang dibutuhkan tubuh (Safitri & Swarastuti 2011). Namun komposisi susu berbeda-beda untuk spesies yang berbeda, karena kebutuhan neonatus setiap spesies juga berbeda.

Protein merupakan komponen makro molekul utama yang dibutuhkan makhluk hidup. Fungsi protein lebih diutamakan untuk sintesis protein-protein baru sesuai kebutuhan tubuh, sementara karbohidrat dan lipid digunakan untuk menjamin ketersediaan energi untuk tubuh. Diet protein secara sempurna akan dihidrolisis di saluran gastrointestinal dan hanya asam amino bebas yang dapat diserap usus. Kemudian asam amino dan peptida yang terbentuk dari pencernaan protein alami akan diabsorpsi dan dianabolisme di berbagai jaringan dan organ sebagai protein tubuh (Pacheco *et al.* 2008). Konsep baru berkaitan dengan protein menunjukkan bahwa elemen makro dan mikro (seperti vitamin dan mineral) dapat berinteraksi untuk melakukan fungsi yang berbeda dalam tubuh (Pacheco *et al.* 2008).

Protein susu merupakan kelompok molekul yang sangat heterogen, terdiri dari lima kategori yaitu kasein, protein *whey*, protein globul lemak susu, enzim dan protein minor lainnya (Ng-Kwai-Hang 2003). Protein utama adalah kasein dan protein *whey*. Kasein terfraksinasi menjadi  $\alpha$ -,  $\beta$ - dan  $\kappa$ -kasein, sementara protein *whey* termasuk  $\alpha$ -laktalbumin,  $\beta$ -laktoglobulin, *bovine serum albumin* (BSA) dan imunoglobulin (Ig) (Heyman & Desjeux 1992). Protein susu bukan hanya berfungsi sebagai asupan kecukupan gizi, tetapi juga fungsi lainnya. Bahkan, susu mengandung berbagai senyawa bioaktif dengan sifat khusus yang terkait dengan perkembangan, pertumbuhan dan kelangsungan hidup bayi (Schanbacher *et al.* 1998), salah satunya adalah sebagai antimikrobia. Protein

antimikroba utama dalam susu adalah imunoglobulin, laktoferin, laktoperoksidase dan lisozim (Tanaka 2007). Mekanisme antimikrobia imunoglobulin (IgG, IgM dan IgA sekretori) melibatkan reaksi antigen-antibodi.

Selain protein-protein pada susu dengan manfaatnya, seperti diungkap sebelumnya, susu juga mengandung protein allergen. Susu sapi mengandung lebih dari 20 protein (alergen) yang dapat menyebabkan reaksi alergi (Docena *et al.* 1996). Susu sapi merupakan salah satu makanan allergen yang paling umum pada anak-anak, terjadi 0,3-7,5% dari populasi bayi (Carroccio *et al.* 2000). Kebanyakan penelitian mengungkapkan bahwa kasein dan  $\beta$ -laktoglobulin merupakan allergen utama dari susu sapi (Heyman & Desjeux 1992).

Sebagai pengganti susu sapi bagi anak-anak yang alergi protein susu sapi, tetapi tidak bisa mendapatkan ASI dari ibunya, perlu diberikan alternatif selain susu sapi, yaitu susu kambing atau susu kedelai. Susu kambing mengandung total protein, kasein, lemak susu, mineral dan vitamin A lebih tinggi dibanding susu sapi (Haenlein 2004). Asam lemak pada susu kambing kaya dengan asam lemak volatil, yaitu kaproat, kaprilat dan kaparat yang berkontribusi pada pembentukan rasa dan bau spesifik. Lemak susu kambing juga mengandung asam lemak rantai pendek (C6, C8, dan C10) yang disintesis oleh kelenjar mammae (Chilliard *et al.* 2003). Aroma susu kambing inilah yang menyebabkan masyarakat Indonesia masih belum banyak mengonsumsi susu kambing (Sodiq & Abidin 2008). Sebagian masyarakat mulai mengonsumsi susu kambing karena beranggapan susu kambing dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit, seperti asma, TBC, alergi, dan kanker (Susilorini *et al.* 2009; Greppi *et al.* 2008). Walaupun anggapan tersebut belum terbukti secara ilmiah, namun dilaporkan ada satu polipeptida aktif yang kemungkinan menyebabkan susu kambing berkhasiat dan dapat digunakan untuk terapi penyakit-penyakit tersebut.

Pada bentuk aslinya (*native*), protein pada susu tidak selalu aktif dan akan aktif jika ada aktivitas proteolitik yang mengubah protein tersebut menjadi molekul yang lebih kecil dan aktif. Salah satu cara untuk mengaktifkan protein adalah dengan proses fermentasi. Beberapa produk fermentasi yang disukai masyarakat adalah

yogurt. Bakteri asam laktat (BAL) yang digunakan dalam pembuatan yogurt mampu menghidrolisis kasein menjadi molekul protein yang lebih kecil (peptida) dan diduga mengaktifkan fungsi dari protein (Ramchandran *et al.* 2009). Menurut Oberman (1985), fermentasi susu dapat memperbaiki cita rasa, nutrisi, memberi nilai tambah dan menghasilkan produk baru. Pengolahan susu juga berfungsi untuk memperpanjang masa simpan. Susu fermentasi dapat digolongkan beberapa macam menurut jenis bakteri inokulum, misalnya yogurt adalah susu yang diinokulasi dengan *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* atau *L. casei*.

Pengetahuan tentang protein pada susu kambing, susu sapi dan susu kedelai saat ini semakin berkembang. Protein susu yang paling banyak dikaji adalah kasein dan *whey*. Komposisi susu berbeda-beda untuk spesies yang berbeda, karena kebutuhan neonatus setiap spesies juga berbeda. Hal ini berimplikasi peptide bioaktif dan asam amino esensial dalam susu juga berbeda-beda. Demikian juga faktor pengolahan susu dengan fermentasi juga mempengaruhi komposisi protein dalam susu. Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis profil protein berbagai susu dan produk olahan susu.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan susu kambing, susu kedelai, tofu susu sapi, dan produk olahan susu sapi berupa yogurt A (dengan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*), dan yogurt B (dengan bakteri *Lactobacillus casei*) yang beredar di masyarakat. Kadar protein diukur dengan spektrofotometer *ultraviolet visible* (UV Vis), sedangkan profil protein dianalisis dengan *dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis* (SDS PAGE). Penelitian dilakukan di Laboratorium FALITMA Fakultas Biologi UGM.

### Profil Protein

Sebelum dianalisis profil proteinnya, sampel diisolasi proteinnya. Sampel sebanyak 1 ml ditambah 4mM PMSF+PBS-T sebanyak 5 kali volume. Selanjutnya larutan disonikasi dengan amplitudo 20% selama 10 menit, dan disentrifus

6000 rpm suhu 4°C selama 15 menit. Supernatan diambil dan ditambahkan larutan etanol dingin (1:1), kemudian disimpan pada suhu 4°C selama 12 jam. Sampel disentrifus pada kecepatan 6000 rpm suhu 4°C selama 15 menit. Pelet dikeringkan hingga etanol hilang. Selanjutnya ditambah Tris-HCl pH 6,8 (1:1), dan disimpan pada suhu -20°C (Khoiriyah & Fatchiyah 2013).

Profil protein dianalisis dengan SDS-PAGE sistem *discontinuous* pada *separating gel* 15%. Sampel protein yang telah diukur kadar proteinnya dengan Nanospektro ditambah Tris pH 6,8 dan *reducing sample buffer* (1:1). Sampel dipanaskan pada suhu 100°C selama 5 menit. *Running* elektroforesis dilakukan pada arus konstan 200 mA selama 95 menit. Distribusi pita diketahui dengan pewarnaan gel *Coomassie Brilliant Blue* (CBBR-250) (Khoiriyah & Fatchiyah 2013).

### Analisis kadar protein

Analisis kadar protein dilakukan menurut metode Lowry *et al.* (1951). Sebelum dilakukan analisis, sampel terlebih dahulu diencerkan 10x. Sampel yang telah diencerkan diambil sebanyak 1 ml dan ditambah 10 ml akuades. Sebanyak 4 ml dari sampel tersebut ditambah dengan 6 ml larutan biuret. Larutan didiamkan selama 10 menit pada suhu 37°C, kemudian dianalisis kadar proteinnya dengan dibaca serapannya pada panjang gelombang 595 nm menggunakan spektrofotometer UV Vis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar protein tertinggi pada sampel yang dianalisis terdapat pada produk yogurt A (579,5 mg/ml), disusul susu kedelai (289,99 mg/ml) dan susu kambing (133,1 mg/ml) (Gambar 1). Sementara yogurt B dan tofu, besar serapannya tidak terbaca oleh spektrofotometer sehingga kadar protein tidak dapat diketahui. Kadar protein yogurt A lebih tinggi dibanding susu kambing dan susu kedelai. Yogurt merupakan minuman fermentasi. Beberapa penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa fermentasi meningkatkan konsentrasi asam amino. Kadar asam amino esensial (valin, treonin, metionin, isoleusin, leusin, histidin, lisin, fenilalanin dan tirosin) pada fermentasi susu unta

dengan BAL termofilik, lebih tinggi dibandingkan standar FAO (Osman *et al.* 2010). Muradyan *et al.* (1986) melaporkan bahwa fermentasi susu dengan bakteri asam laktat (BAL) termofilik menghasilkan produk yang kaya dengan 4 asam amino (sistein, prolin, valin, dan arginin).

Protein susu, terutama kasein dan *whey*, mengandung semua asam amino esensial dalam jumlah optimal serta sumber peptide bioaktif yang sangat vital (Cozma *et al.* 2011). Protein *whey*, merupakan suatu *byproduct* dari *manufacturing curd* dan keju, pernah dianggap sebagai produk limbah (Pelmus *et al.* 2012). Saat ini, protein *whey* dianggap sebagai sumber pangan fungsional baru (Marshall 2004). Protein *whey* merupakan 18-20% dari total protein dalam susu, terdiri dari  $\alpha$ -Lactalbumin ( $\alpha$ -La) 20%,  $\beta$ -Lactoglobulin ( $\beta$ -Lg) 50%, *bovine serum albumin* (BSA) 10%, dan imunoglobulin (Ig) 10% (Jovanovic *et al.* 2007). Kasein merupakan protein *insoluble* pada susu, terdiri dari  $\alpha$ s1-*casein*,  $\alpha$ s2-*casein*,  $\beta$ -*casein*, *K-casein* and  $\gamma$ -*casein* (Cozma *et al.* 2011). Konsentrasi protein *whey* paling tinggi terdapat pada susu domba (23,36 mg/mL) dan paling sedikit pada susu sapi (11,79 mg/mL) dan konsentrasi sedang adalah susu kambing (17,7mg/mL) (Cozma *et al.* 2011).

Studi sebelumnya menunjukkan bahwa kasein terendah tercatat pada susu sapi (28,26mg/ml) diikuti domba (42,55 mg/ml) dan susu kambing (44,03 mg/ml) (Cozma *et al.* 2011). Pada susu kerbau, mengandung kasein berkisar 68-72% dan *whey* protein berkisar 21,89 -28,14 % (Pasquini *et al.* 2011). Pada domba, analisis presentasi fraksi protein susu domba, menunjukkan bahwa protein kasein 74,1% dari total protein diikuti *whey* protein (25,84%) (Pelmus *et al.* 2012). Komponen protein *whey* meliputi *lactoferrin*, *beta-lactoglobulin*, *alpha-lactalbumin*, *glycomacropeptide*, dan imunoglobulin. Komponen tersebut terlibat peningkatan sistem imun. Di sisi lain, protein *whey* juga berperan sebagai antioksidan, anti hipertensi, anti tumor, hipolipidemik, anti viral, anti bakteri dan agen pengkelat. Mekanisme utama protein *whey* adalah mengkonversi asam amino intraseluler sistein menjadi glutation, glutation berperan sebagai antioksidan intraseluler. Beberapa penelitian terkait *whey* berhasil digunakan untuk treatmen

kanker, HIV, hepatitis B, penyakit kardiovaskuler, osteoporosis, dan agen anti mikrobial (Marshall 2004).

Susu kambing mengandung total protein, kasein, lemak susu, mineral dan vitamin A lebih tinggi dibanding susu sapi (Haenlein 2004). Asam lemak pada susu kambing kaya dengan asam lemak volatil, yaitu kaproat, kaprilat dan kaparat yang berkontribusi pada pembentukan rasa dan bau spesifik. Lemak susu kambing juga mengandung asam lemak rantai pendek (C6, C8, dan C10) yang disintesis pada kelenjar mammae (Chilliard *et al.* 2003). Aroma susu kambing inilah yang menyebabkan masyarakat Indonesia masih belum banyak mengonsumsi susu kambing (Sodiq & Abidin 2008). Namun sebagian masyarakat mulai mengonsumsi susu kambing karena anggapan susu kambing dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit, seperti asma, TBC, alergi, dan kanker sudah (Susilorini *et al.* 2009; Greppi *et al.* 2008). Walaupun anggapan tersebut belum terbukti secara ilmiah, namun dilaporkan ada satu polipeptida aktif yang kemungkinan menyebabkan susu kambing berkhasiat dan dapat digunakan sebagai terapi penyakit-penyakit tersebut (Padaga *et al.* 2009). Penelitian Padaga *et al.* (2009) tentang pangan nutrasetika dengan bahan susu kambing menunjukkan adanya protein spesifik dengan berat molekul 36-55 kDa yang berbeda dengan susu sapi. Protein spesifik ini berpotensi menurunkan proses peradangan dan terbukti berfungsi sebagai antioksidan, antiinflamasi dan imunomodulator dalam perbaikan jaringan target pada tikus yang menderita *rheumatoid arthritis* (RA). Pada penelitian ini, susu kambing terdeteksi protein dengan berat molekul 37kDa (Gambar 1)

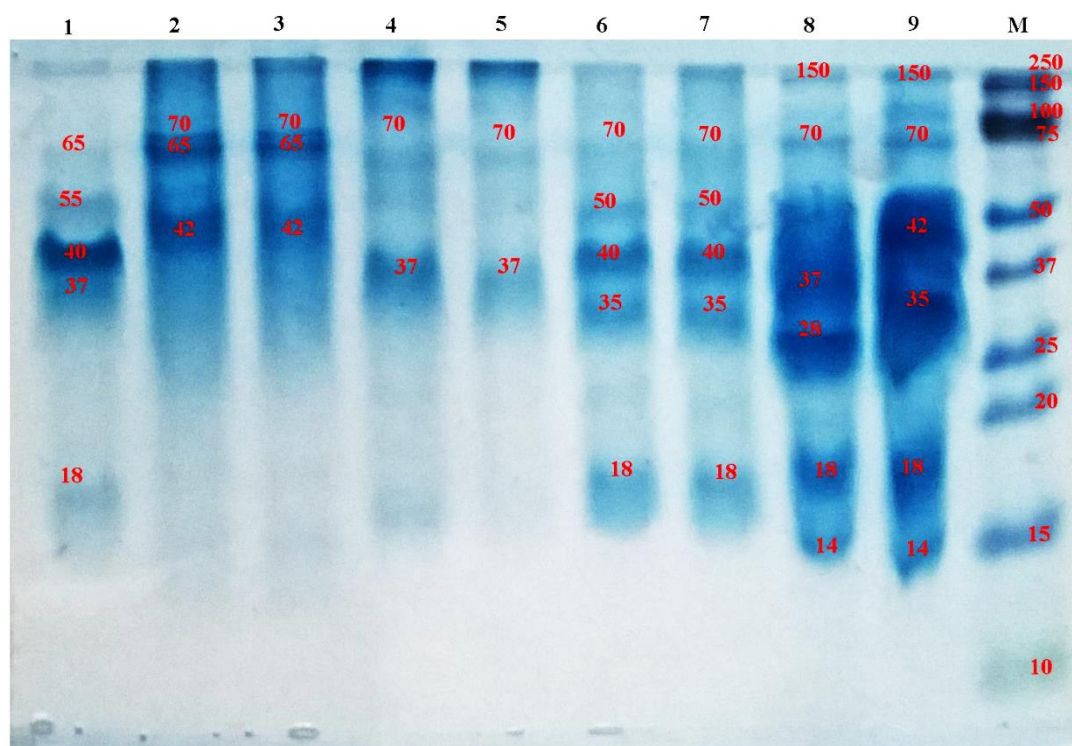
Profil protein pada beberapa susu dan produk olahannya (yogurt, tofu susu) menunjukkan profil yang berbeda-beda. Profil protein disajikan dalam Gambar 1 dan Tabel 1. Penentuan berat molekul pada penelitian ini dilakukan dengan bantuan marka atau penanda. Menurut Cavalli *et al.* (2006) untuk menentukan berat molekul protein dilakukan dengan menghitung Rf dari masing-masing pita, dari marka yang sudah diketahui berat molekulnya menggunakan rumus Rf. Pemisahan protein dalam

penelitian ini dilakukan pada gel poliakrilamida 15% (Hames & Rickwood 1990).

Analisis profil protein terlihat pita protein dengan mobilitas terendah sampai tertinggi terletak pada berat molekul 14-150 KDa (Gambar 1). Pita protein yang khas hanya dimiliki susu kambing adalah pita 150kDa. Sementara pita protein yang khas hanya dimiliki susu kedelai adalah pita 44 kDa dan 55kDa. Pita protein yang khas hanya dimiliki yogurt A adalah pita 65Da. Semua jenis susu dan olahannya memiliki pita 70kDa, kecuali susu kedelai. Profil protein susu kedelai dan tofu menunjukkan profil protein yang sangat berbeda, namun keduanya memiliki pita 18kDa.

Adanya perbedaan antara profil protein pada susu kambing, yogurt, tofu dan susu kedelai dimungkinkan karena adanya proses glikasi antara gugus karbon gula reduksi dengan gugus asam amino bebas protein susu dalam reaksi maillard

sehingga dapat membentuk berat molekul protein yang lebih berat. Hal ini sesuai dengan pendapat Diftis dan Kioseoglou (2006) yang menjelaskan bahwa reaksi maillard antara protein dengan polisakarida dapat menghasilkan berat molekul protein yang lebih tinggi. Menurut Van Boekel (2001), faktor yang mempengaruhi hasil reaksi maillard adalah waktu pemanasan, pH, aktivitas air, sifat intrinsik protein dan gula, dan rasio perbandingan gugus asam amino dengan gula reduksi. Pada penelitian ini, proses pemanasan hanya mempengaruhi profil protein susu kambing, dan tidak pada yogurt dan tofu. Dengan kata lain, efek pemanasan pada produk olahan susu (yogurt, tofu) tidak mempengaruhi profil proteinnnya. Pada profil protein susu kambing tanpa dipanaskan ditemukan 6 pita protein yaitu 150 kDa, 70 kDa, 37 kDa, 28 kDa, dan 14 kD. Sementara pada susu kambing yang dipanaskan ditemukan ada 150 kDa, 70 kDa, 42 kDa, 35 kDa, 18 kDa dan 14 kDa.



**Gambar 1.** Profil protein susu dan produk olahannya. (1) Susu kedelai, (2) Yogurt A(3) Yogurt A yang dipanaskan, (4). Yogurt B, (5) Yogurt B yang dipanaskan, (6) Tofu susu sapi, (7) Tofu susu sapi yang dipanaskan, (8) Susu kambing (9) Susu kambing yang dipanaskan, dan M adalah Marker (penanda berat molekul protein)

**Tabel 1.** Ukuran berat molekul protein susu dan produk olahannya

Susu dan produk olahannya	Ukuran berat molekul protein (kDa)												
	150	70	65	55	50	44	42	40	37	35	28	18	14
Susu kedelai			√	√		√			√				√
Yogurt A		√	√					√					
Yogurt A dipanaskan		√	√				√						
Yogurt B		√							√				
Yogurt B dipanaskan		√							√				
Tofu susu sapi		√			√			√		√			√
Tofu susu sapi dipanaskan		√			√			√		√			√
Susu kambing	√	√							√		√	√	√
Susu kambing dipanaskan	√	√					√			√		√	√

Keseluruhan komposisi dari protein susu terdiri dari dua fraksi utama yaitu kasein dan *whey* (Bonizzi *et al.* 2009; Haenlein (2004); Greppi *et al.* 2008; Zevchak 2007). Nitsche (2011) menyatakan bahwa protein pada susu dengan berat molekul 37 kDa adalah  $\alpha$ -kasein, 33 kDa adalah  $\beta$ -kasein, 46 kDa adalah  $\kappa$ -kasein, 18 kDa adalah  $\beta$ -laktoglobulin dan 14 kDa adalah  $\alpha$ -laktalbumin. Susu sapi memiliki protein  $\alpha$ -kasein yang dominan pada berat molekul 38 kDa dan  $\kappa$ -kasein pada berat molekul 45 kDa (Nitsche 2011) sedangkan susu kambing pada berat molekul 30-60 kDa didominasi oleh  $\kappa$ -kasein (Tay & Gam 2011). Protein kasein pada berat molekul antara 30-38 kDa adalah  $\alpha$ -S1 kasein dan pada berat molekul 36 kDa adalah  $\alpha$ -S2 kasein (Khoiriyah & Fatchiyah 2013).

Protein yang terkandung dalam susu kambing adalah  $\alpha$ -Kasein,  $\beta$ -Kasein,  $\kappa$ -Kasein,  $\beta$ -Laktoglobulin,  $\alpha$ -Laktalbumin, dan laktoferin (Tay & Gam 2011). Rasio perbandingan protein susu kambing antara kasein dan *whey* pada susu kambing sebesar 80% dan 20% (Miranda *et al.* 2004). Profil protein susu kambing segar dalam penelitian ini ditemukan 6 pita protein yaitu 150 kDa, 70 kDa, 37 kDa, 18 kDa, dan 14 kDa. Berdasarkan Nitsche (2011), protein dengan berat molekul 37 kDa adalah  $\alpha$ -kasein, 18 kDa adalah  $\beta$ -laktoglobulin dan 14 kDa adalah  $\alpha$ -laktalbumin. Sementara menurut Tay & Gam (2011) pita protein 30-60 kDa pada susu kambing didominasi oleh  $\kappa$ -kasein. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi jenis-jenis protein pada susu kambing, terutama protein dengan berat molekul 150 kDa dan 70 kDa. Pada susu kambing yang dipanaskan, muncul protein dengan berat molekul 42 kDa dan 35 kDa. Hasil penelitian Hidayat *et al.*

(2015) menunjukkan bahwa jenis protein yang terkandung di dalam kefir susu kambing adalah laktoferin (80kDa), laktoferoksidase (70kDa),  $\alpha$ -kasein (65kDa), dan  $\beta$ -Kasein (45kDa).

Profil protein susu kedelai terlihat adanya pita 65 kDa, 55 kDa, 44 kDa, 37 kDa, dan 18 kDa. Menurut Nitsche (2011) protein dengan berat molekul 37 kDa adalah  $\alpha$ -kasein dan 18 kDa adalah  $\beta$ -laktoglobulin. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi jenis-jenis protein pada susu kedelai, terutama protein dengan berat molekul 70 kDa, 65 kDa, dan 44 kDa. Susu kedelai terbuat dari ekstrak biji kedelai yang merupakan bahan nabati berprotein tinggi. Kedelai secara alami mampu menurunkan kolesterol, melalui mekanisme penghambatan penyerapan kolesterol oleh komponen bioaktif yang terdapat dalam kedelai seperti saponin, isoflavon atau potongan-potongan peptida (Carroll 1991; Potter 1995). Berdasarkan hasil penelitian, susu kedelai steril mengikat kolesterol lebih banyak dibandingkan susu kedelai tanpa sterilisasi. Susu kedelai fermentasi dengan *Lactobacillus sp.* mampu mengikat kolesterol lebih tinggi dibandingkan susu kedelai fermentasi (dengan bakteri *L.bulgaricus* dan *S.thermophilus*) serta fermentasi dengan *Lactobacillus sp. L.bulgaricus* dan *S.thermophilus* (Nisa *et al.* 2007).

Produk olahan susu yang dikaji dalam penelitian ini adalah yogurt A dan B dengan bahan baku susu sapi. Kedua produk tersebut merupakan produk fermentasi. Yogurt B menggunakan mikroorganisme *L. casei*, yogurt A menggunakan *L. bulgarius* dan *Streptococcus thermophiles*. Profil protein pada yogurt B adalah 70 kDa dan 37 kDa. Menurut Nitsche (2011) protein dengan berat molekul 37 kDa adalah  $\alpha$ -kasein. Profil protein pada yogurt A adalah 70 kDa, 65 kDa dan 42 kDa.

Sementara pada tofu susu sapi, terdapat protein dengan berat molekul 70 kDa, 50 kDa, 40 kDa, 35 kDa dan 18 kDa. Menurut Nitsche (2011) protein dengan berat molekul 18 kDa adalah  $\beta$ -laktoglobulin. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi jenis-jenis protein pada olahan susu, terutama protein dengan berat molekul 70 kDa, 65 kDa, 42 kDa, 50 kDa, 40 kDa dan 35 kDa. Menurut Oberman (1985), fermentasi susu dapat memperbaiki citarasa, nutrisi, memberi nilai tambah dan menghasilkan produk baru. Pengolahan susu juga berfungsi untuk memperpanjang masa simpan. Selama proses fermentasi, terjadi perubahan fisik, komponen zat gizi, dan adanya produksi metabolit primer dan sekunder. Pada proses fermentasi dengan adanya aktivitas enzim dari mikroba, komponen-komponen seperti pati, lemak, protein, zat toksik, dan senyawa-senyawa lain dapat dipecah. Teknik fermentasi ini banyak diaplikasikan pada bahan pangan terutama susu, karena adanya efek peningkatan zat gizi dan pengaruh positif bagi kesehatan (Khalil 2006). Proses fermentasi pada yogurt akan terjadi pemecahan laktosa menjadi glukosa dan galaktosa, sehingga masalah *intolerance* dapat teratasi (Effendi *et al.* 2009; Greppi *et al.* 2008). Meskipun demikian, penggunaan sel hidup dalam fermentasi susu mempunyai beberapa kendala baik dalam pengolahan, penyimpanan maupun distribusi, sehingga perlu dilakukan cara lain dalam penggunaan mikroba dalam produk susu. Penggunaan mikroorganisme dapat memberikan efek menguntungkan dengan dua cara yaitu efek langsung dari sel hidup mikroba dan efek tidak langsung melalui metabolit dari sel tersebut. Metabolit peptida hasil fermentasi susu (susu asam) bermanfaat bagi kesehatan yaitu dapat menurunkan tekanan darah (Mitsuoka 1976).

Susu fermentasi dapat digolongkan beberapa macam menurut jenis bakteri inokulum. Yogurt adalah susu yang diinokulasikan dengan *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* atau *L. casei*, sementara kefir adalah susu yang diinokulasikan dengan *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* serta khamir. Fermentasi akan mempengaruhi keragaman citarasa susu akibat perubahan komposisi kimia (terutama karbohidrat) oleh

mikroorganisme. Contohnya, *L. Casei* merombak karbohidrat ribosa menjadi asam laktat dan asam asetat yang diinduksi oleh faseketolase (Verdamulthu 1982). Osman *et al.* (2010) menemukan asam amino esensial valin, treonin, metionin, isoleusin, leusin, histidin, lisin dan fenilalanin, tirosin dalam fermentasi susu unta dengan BAL termofilik lebih tinggi dibanding standar FAO. Muradyan *et al* (1986) melaporkan fermentasi susu dg BAL termofilik menghasilkan produk yang diperkaya 4 asam amino (sistein, valin, prolin, arginin). Namun, hasil penelitian Kustyawati *et al.* (2012) menunjukkan bahwa kandungan asam-asam amino dalam susu kambing maupun susu sapi tidak mengalami perubahan selama proses fermentasi. Selanjutnya dijelaskan bahwa kemungkinan BAL mesofilik *L.casei* tidak memberikan kontribusi hidrolisis protein selama fermentasi.

## SIMPULAN

Kadar protein tertinggi pada sampel yang dianalisis terdapat pada produk yogurt A (579,5 mg/ml), disusul susu kedelai (289,99 mg/ml) dan susu kambing (133,1 mg/ml). Analisis profil protein terlihat pita protein dengan mobilitas terendah sampai tertinggi terletak pada berat molekul 14-150 KDa. Pita protein yang khas hanya dimiliki susu kambing adalah pita 150kDa. Sementara pita protein yang khas hanya dimiliki susu kedelai adalah pita 44 kDa dan 55kDa. Pita protein yang khas hanya dimiliki yogurt A (dengan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*) adalah pita 65Da. Semua jenis susu dan olahannya memiliki pita 70kDa, kecuali susu kedelai. Profil protein susu kedelai dan tofu susu sapi menunjukkan profil protein yang sangat berbeda, namun keduanya memiliki pita 18kDa. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi jenis-jenis protein pada berbagai susu dan olahannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bonizzi I, Buffoni JN, & Feligini M. 2009. Quantification of bovine casein fractions by direct chromatographic analysis of milk. *J Chromatography*. 1216(1):165-168

- Carroccio A, Cavataio F, Montalto G, D'Amico D, Alabrese L, & Iacono G. 2000. Intolerance to hydrolysed cow's milk proteins in infants: clinical characteristics and dietary treatment. *Clin Exp Allergy* 30: 1597-1603
- Carroll KK. 1991. Review of clinical studies on cholesterol-lowering response to soy protein. *J Am Diet Ass.* 91: 820-7.
- Cavalli SV, Silva SV, Cimino C, Malcata FX, & Priolo N. 2006. Hydrolysis of caprine and ovine milk proteins, brought about by aspartic peptidases from *Silybum marianum* flowers: Argentina-Portugal. pp.1-7
- Chilliard Y, Ferlay A, Rouel J, & Lamberet G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J Dairy Sci* 86 (5): 1751-1770
- Cozma A, Andrei S, Miere D, Filip L, & Loghin F. 2011. Proteins profile in milk from three species of ruminants. *Not Sci Biol* 3(1):26-29
- Diftis N & Kiosseoglou V. 2006. Stability against heat-induced aggregation of emulsions prepared with a dry-heated soy protein isolate-dextran mixture. *J Food Hydrocolloids* 20(6): 787-792
- Docena GH, Fernandez R, Chirido FG, & Fossati CA. 1996. Identification of casein as the major allergenic and antigenic protein of cow's milk. *Allergy* 51: 412-416
- Effendi MH, Hartini S, & Lusiastuti AM. 2009. Peningkatan kualitas yogurt dari susu kambing dengan penambahan bubuk susu skim dan pengaturan suhu pemeraman. *J Penelit Med Eksakta* 8(3):185-192.
- Greppi GF, Roncada P, & Fortin R. 2008. *Protein components of goat's milk. Dairy goats feeding and nutrition.* pp :71-94
- Haenlein GFW. 2004. Goat milk in human nutrition. *J Small Rumres.* 51(2):155-163
- Hames & Rickwood. 1990. *Gel Electrophoresis of Proteins A Practical Approach.* Third Edition. New York: Oxford University Press
- Heyman M & Desjeux JF. 1992. Significance of intestinal food protein transport. *J Pediatr Gastroent Nutr* 15: 48-57.
- Hidayat E, Kinayungan I, Irhas M, Sidiq F, & Susanti R. 2015. Analysis of proximate and protein profile of kefir from fermented goat and cow milk. *Biosaintifika* 7(2): 87-91
- Jovanovic S, Barac M, Macej O, Vucic T, & Lacnjevac C. 2007. SDS-PAGE analysis of soluble proteins in reconstituted milk exposed to different heat treatments. *Sensors* 7: 371-383
- Khalil AA. 2006. Nutritional improvement of an Egyptian breed of mung bean by probiotic lactobacilli. *J Biotechnology* 5(2):206-212.
- Khoiriyah LK & Fatchiyah F. 2013. Karakter biokimia dan profil protein yogurt kambing pe difermentasi bakteri asam laktat. *J Exp Life Sci* 3(1): 1-6.
- Kustyawati ME, Susilawi, Tobing D, & Trimaryanto. 2012. Profil asam lemak dan asam amino susu kambing segar dan terfermentasi. *J Teknol dan industri Pangan.* 23(1): 47-52
- Lowry O, Rosebrough HNJ, Farr AL, & Randal RJ. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J Biol Chem.* 193: 265-275
- Marshall K. 2004. Therapeutic applications of whey protein. *Altern Med Rev* 9(2):136-56
- Miranda G, Mahé M, Leroux C, Martin P. 2004. Proteomic tools to characterize the protein fraction of *Equidae* milk. *Proteomics* 4:2496-2509.
- Mitsuoka T. 1976. Taxonomy of lactic acid bacteria and medical effect of sour milk. *Jap J Dairy Food Sci* 25: A170-6.
- Muradyan EA, Erzhyntykyan LA, & Sapondzhyan MS. 1986. Composition of three amino acids in fermented milk product. *Biologicheskii-Zhurnal-Armenil* 29: 111-112
- Ng-Kwai-Hang KF. 2003. *Milk proteins-heterogeneity, fractionation and isolation.* In: Roginski H, Fuquay JW, Fox PF, editors, Encyclopedia of Dairy Sciences. London: Academic Press. pp. 1881-1894
- Nisa FZ, Marsono Y, Harmayani E. 2007. Efek hipokolesterolemik susu kedelai fermentasi steril secara in vitro. *Berita kedokteran masyarakat* 23(2): 47-51
- Nitsche R. 2011. Milk protein analysis with the Agilent 2100 Bioanalyzer and the Agilent Protein 80 kit. Germany: Agilent Technologies, Inc.
- Oberman H. 1985. *Microbiology of Fermented Food.* Elsevier Applied Sci. Published. London and New York. Pp 25-29.
- Osman MA, Rahman EIEA, & Dirar HA. 2010. Biochemical changes occurring during fermentation of camel milk by selected bacterial starter cultures. *African J Biotechnol* 9: 7331-7336
- Pacheco MTB, Costa Antunes AE, & Sgarbieri VC. 2008. *New Technological and physiological functional properties of milk proteins.* In: Boscoe AB, Listow CR, editors, Protein Research Progress. New York: Nova Science Publishers Inc. pp. 117-168
- Padaga M, Savitry ME, & Murwani S. 2009. Potensi Protein Spesifik Susu Kambing Sebagai Immunomodulator Dan Immunogen: Upaya Pengembangan Pangan Nutrasetika: Laporan Penelitian. <http://elib.pdii.lipi.go.id/katalog/index.php/sear>



- chkatalog/byId/ 60212. Diakses tanggal 12 November 2012
- Pasquini M, Tommei B & Mattii S. 2011. Buffalo milk: proteins electrophoretic profile and somatic cell count. *Ital J Anim Sci* 2(1S):299-301
- Pelmus RS, Pistol GC, Lazar C, Marin DE, Gras M, Radu M & Ghita E. 2012. Preliminary study on milk composition and milk protein polymorphism in the romanian local sheep breed teleorman black head tsigai. *Rom Biotech Lett* 17(5): 75-83.
- Potter SM. 1995. Overview of possible mechanisms for the hypocholesterolemic effect of soy perotein. *J Nutr* 125: 606S-611S
- Ramchandran L, Sciences H & Campus W. 2009. *Low-fat yoghurt as influenced by fat replacer*. Faculty of Health, Engineering and Science Victoria University. Australia
- Safitri MF & Swarastuti A. 2011. Kualitas kefir berdasarkan konsentrasi kefir grain. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 2(2):87-92
- Schanbacher FL, Talhouk RS, Murray FA, Gherman LI, & Willett LB. 1998. Milk-borne bioactive peptides. *Int Dairy J* 8: 393-403.
- Sodiq A & Abidin Z. 2008. *Meningkatkan produksi susu kambing peranakan etawa*. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Susilorini TE, Sawitri ME, Muharlien. 2009. *Budidaya 22 Ternak Potensial*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Tanaka T. 2007. *Antimicrobial activity of lactoferrin and lactoperoxidase in milk*. In: Ling JR, editor, *Dietary Proteins Research Trends*. New York: Nova Science Publishers Inc. pp. 101-115.
- Tay EP & Gam LH. 2011. Proteomics of human and the domestic bovine and caprine milk. *J Mol Biol Biotechnol* 19: 45-53.
- Van Boekel MAJS. 2001. Kinetic aspects of the maillard reaction: A critical review. *J Nahrung* 45 :150-159
- Verdamuthu ER. 1982. *Fermented milk dalam economic microbiology*. *Fermented Food Vol 7*. Edited by AH Rose. Uzadenc Press. London. Pp:200-215
- Zevchak SE. 2007. The impact of agglomeration on flavor and flavor stability of whey proteins. *The Thesis*. The Graduate Faculty of North California States University. United States of America.