

## PRODUKSI DAN EVALUASI KUALITAS SUSU BUBUK ASAL KAMBING PERANAKAN ETTAWA (PE)

[Production and Quality Evaluation of Ettawa-Crossbred Goat Milk Powder]

Widodo\*, Afina Viyunnur Rachmawati, Rina Chulaila dan I Gede Suparta Budisatria

Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Diterima 06 September 2011 / Disetujui 08 Juni 2012

### ABSTRACT

The objective of this study was to produce milk powder from Ettawa-crossbred goat milk and subsequently evaluate the quality of the products. The raw material used was Ettawa-crossbred goat fresh milk with total solid, lactose, fat, and protein content of 15.93%, 4.2%, 4.8% and 4.7%, respectively. Milk with final total solid of 17.5% and 20% were prepared for spray drying by adding skim milk powder. Drying was carried out using a spray dryer type Lamp having nozzle size of 0.05 mm with an inlet temperature of 90°C and an outlet temperature of 45°C. Parameters observed were chemical, physical and microbiological qualities. The data showed that milk powder produced from Ettawa-crossbred goat milk had water content of 1.5-1.7%. Further analysis showed that the acidity, proteins, lactose, and fat content were 0.90%, 28.4%, 21.7%, and 22.5%, respectively. The physical analysis showed that milk powder produced from Ettawa-crossbred goat milk had a higher wettability score (143 seconds) as compared to that of commercial products (29 seconds), a higher sieve test score (0.6 g vs 0.004 g), but similar index of insolubility (1.4 ml vs 1.6 ml). The microbiological analysis showed that the Total Plate Count (TPC), Enterobacteriaceae (EB) and presumptive coliforms increased during storage either in refrigerator or room temperature. The increase in TPC, EB and coliforms was substantially higher when products were kept at room temperature than in refrigerator. In conclusion, Ettawa-crossbred goat milk powder had a good nutrition quality, but still need improvement for the physicochemical characteristic including wettability and nutritional enrichment for vitamins and minerals by means of fortification.

**Keywords:** Ettawa-crossbred goats, milk powder, powder quality

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi susu bubuk asal kambing PE dengan cara pengeringan semprot diikuti evaluasi kualitas produk yang dihasilkan. Bahan dasar yang digunakan adalah susu kambing PE dengan kadar padatan total 15,93%, laktosa 4,2%, lemak 4,8% dan protein 4,7%. Padatan total untuk proses *spray drying* diatur pada kadar 17,5 dan 20% dengan penambahan susu bubuk skim. Pengeringan susu dilakukan dengan *spray dryer* tipe Lamp dengan *nozzle* 0,05 mm dan menggunakan suhu *inlet* 90°C dan *outlet* 45°C. Parameter yang diamati adalah kualitas kimia, fisik dan mikrobiologis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa susu bubuk asal kambing PE mempunyai kadar air 1,5 - 1,7%. Analisa lanjut menunjukkan kadar keasaman, protein, laktosa dan lemak secara berturut-turut adalah 0,90%; 28,4%; 21,7%; dan 22,5%. Hasil analisis kualitas fisik menunjukkan susu bubuk asal kambing PE mempunyai *wettability* yang lebih lama (143 detik) dibandingkan dengan susu bubuk komersial (29 detik), angka *sieve test* yang lebih tinggi (0,6 vs 0,004 g) dengan indeks ketidaklarutan yang sama (1,4 ml vs 1,6 ml). Uji mikrobiologis susu bubuk menunjukkan angka *Total Plate Count* (TPC), *Enterobacteriaceae* (EB) dan koliform meningkat selama penyimpanan baik suhu ruang maupun suhu *refrigerator*. Peningkatan angka TPC, EB dan koliform terjadi lebih cepat ketika produk disimpan pada suhu ruang dibandingkan pada *refrigerator*. Sebagai kesimpulan, susu bubuk asal kambing PE memiliki kualitas nutrisi yang cukup baik walaupun masih perlu peningkatan kualitas fisik khususnya *wettability* dan peningkatan nutrisi khususnya vitamin dan mineral.

**Kata kunci:** Kambing Peranakan Ettawa, susu bubuk, kualitas fisiko-kimia

### PENDAHULUAN

Kambing Peranakan Ettawa (PE) mempunyai peran ganda sebagai kambing penghasil susu dan daging (Pribadiningtyas *et al.*, 2012; Sutarna *et al.*, 2012). Menurut Knights dan Garcia (1997), kambing PE mampu memproduksi susu sebesar 0,9 kg/hari/ekor. Komposisi utama susu kambing PE terdiri atas laktosa (4,27%), protein (3,52%), lemak (4,25%) dengan padatan total berkisar antara 13 sampai 14% (Marwah *et al.*, 2010; Sukarini, 2006). Selain bergizi tinggi, susu kambing PE

juga berkhasiat untuk penyembuhan berbagai penyakit seperti asma dan TBC (Moelyanto dan Wiryanta, 2002). Susu kambing PE mempunyai ukuran globula lemak kecil dengan proporsi asam lemak rantai pendek lebih banyak sehingga mudah diserap tubuh serta efek laksatif protein yang rendah sehingga tidak menyebabkan diare. Sebagai produk pangan kaya nutrisi, susu kambing PE mudah mengalami kerusakan yang disebabkan oleh cemaran mikrobia dan berpotensi terjadinya penyakit terbawa-pangan (*foodborne-diseases*) (Suguna *et al.*, 2012; Van Kessel *et al.*, 2011; LeJeune dan Rajala-Schultz, 2009; Oliver *et al.*, 2009; Adesiyun *et al.*, 2007; Kagkli *et al.*, 2007; Straley *et al.*, 2006; Oliver *et al.*, 2005; Yagoub *et al.*, 2005). Berbagai proses pengolahan susu dilakukan utamanya

\*Korespondensi Penulis :  
E-mail : widodohs@ugm.ac.id

untuk pengawetan dan juga untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas penyimpanan. Di antara proses pengolahan susu tersebut, salah satunya adalah pembuatan susu bubuk dengan metode pengeringan (Widodo, 2003). Proses pembuatan susu bubuk merupakan salah satu contoh pengolahan susu dengan tujuan menurunkan kadar air susu dengan cara pengeringan semprot (*spray drying*). Proses pengeringan ini melibatkan evaporasi diikuti dengan *spray drying* sehingga dihasilkan susu bubuk kering dengan aktivitas air ( $a_w$ ) rendah, sekitar 0,2 (Anonim, 2011). Aktivitas air ( $a_w$ ) adalah kandungan air dalam pangan yang mampu dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikrobia, sehingga  $a_w$  yang rendah pada produk susu bubuk menghambat pertumbuhan mikrobia perusak dan patogen (de Goffau *et al.*, 2011). Pembuatan susu bubuk juga menurunkan kuantitas air sehingga produk susu olahan dapat disimpan secara efisien dalam jangka waktu lama tanpa terjadi penurunan kualitas (awet). Dalam bentuk bubuk kering, volume dan berat susu berkurang sehingga menurunkan biaya transportasi dan penyimpanan. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan atau memproduksi susu bubuk kambing PE dan evaluasi kualitas susu bubuk yang dihasilkan. Dalam penelitian ini juga dikaji pengaruh padatan total awal terhadap kadar air susu bubuk yang dihasilkan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi susu kambing PE, diperoleh dari peternakan kambing PE di Yogyakarta, susu bubuk skim, MRS agar (oksid), MRS broth (oksid), aquades, kalium Iodida (KI) 10%, HCl 2 N, gliserol, sukrosa, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnSO<sub>4</sub>, NaOH 0,75 N, NaOH 0,1 N, metilen biru 0,02%, indikator PP 1%, Chloramine-T, katalis, dan batu didih.

### Pengujian susu segar dan standarisasi

Pengujian susu segar meliputi uji pH, keasaman, kadar air, lemak, protein, laktosa, padatan total (TS) dan uji mikrobiologis susu segar. Uji pH dengan metode potensiometer menggunakan pH meter (Hadiwiyoto, 1994). Uji kadar laktosa ditentukan dengan cara titrasi kadar laktosa dalam filtrat (Sudarmadji *et al.*, 1984). Pengujian kadar protein dilakukan melalui penentuan N total cara makro Kjeldahl yang dimodifikasi (Sudarmadji *et al.*, 1984). Pengujian kadar lemak menggunakan metode Babcock (Sudarmadji *et al.*, 1984). Untuk mengetahui tingkat cemaran mikrobia pada susu segar dilakukan uji *Methylen Blue Reduction Time* (MBRT) dan uji keasaman dilakukan menurut metode *Mann's Acid Test* (Hadiwiyoto, 1994). Standarisasi susu dilakukan dengan penambahan susu bubuk skim sehingga didapatkan padatan total awal 17,5 dan 20%.

### Evaporasi dan *spray drying*

Evaporasi dan *spray drying* dilakukan dalam skala laboratorium dengan alat *spray drier* tipe Lamp dengan *nozzle* ukuran 0,05 mm pada suhu *inlet* 90°C dan *outlet* 45°C. Susu segar asal kambing PE disiapkan dengan penambahan susu bubuk skim sehingga didapatkan padatan total awal 17,5 dan

20%. Susu segar dengan *total solid* 17,5 dan 20% ini kemudian dipasteurisasi pada suhu 78°C selama 15 detik, dilanjutkan dengan *spray drying*. *Spray drying* dilakukan dengan menyemprotkan suspensi sampel susu melalui *nozzle* (*atomizer*) sehingga diperoleh bubuk susu (*powder*) dalam bentuk butiran kecil.

### Evaluasi kualitas produk akhir susu bubuk

Susu bubuk hasil *spray drying* dikumpulkan dalam plastik steril dan disimpan pada suhu ruang dan *refrigerator* selama 4 minggu untuk analisa kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologi. Analisa kualitas fisik meliputi *wettability*, indeks ketidaktaratan (*insolubility index*), dan indeks cemaran (*impurities*) menggunakan *sieving test method* (AOAC, 1990). Pengujian kadar air menggunakan metode AOAC (Sudarmadji *et al.*, 1984). Kualitas kimia yang diuji meliputi kadar lemak, protein, laktosa dan keasaman (Sudarmadji *et al.*, 1984; Hadiwiyoto, 1994). Kualitas mikrobiologis susu bubuk meliputi *Total Plate Count* (TPC), uji penduga *coliform*, dan *enterobacteriaceae* (EB). Uji TPC dilakukan dengan metode penghitungan koloni (*indirect counting*) pada media total mikroba (*Plate Count Agar* (PCA)). Penghitungan EB dilakukan dengan medium *Violet Red Bile Glucose* (VRBG), untuk uji penduga *coliform* menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) dengan tiga seri pengenceran (Blodgett, 2010).

### Analisa statistik

Rancangan acak lengkap (RAL) pola searah dengan 2 perlakuan digunakan untuk analisa statistik kualitas fisik dan kimia susu bubuk (Astuti, 1981). Pengaruh perbedaan kadar total solid terhadap kadar air diuji dengan *paired sample T-Test* dengan dua perlakuan (total solid 17,5 dan 20%) dan masing masing tiga ulangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kualitas susu segar kambing PE

Kambing PE dikenal sebagai kambing penghasil susu disamping juga sebagai sumber daging. Menurut Utama *et al.* (2012), rerata produksi susu kambing PE adalah 922 g/hari/ekor dengan masa laktasi 170 hari. Puncak produksi susu kambing PE dicapai 6 sampai 8 minggu setelah beranak, dan mencapai produksi konstan selama 3 bulan sebelum akhirnya berkurang dengan laju 3,5% per minggu. Tabel 1 menunjukkan hasil uji kualitas kimia (nutrisi) susu segar kambing PE dibandingkan dengan susu sapi dan susu kambing lainnya (*goat milk*).

Analisa kualitas susu segar menunjukkan bahwa susu kambing PE mempunyai kadar TS 15,9%. Kadar TS susu kambing ini lebih tinggi dibandingkan TS susu sapi yaitu antara 11 sampai 13% (Park *et al.*, 2007) dan total solid susu kambing lainnya yaitu 12,7% (Park *et al.*, 2007). Kadar protein dan lemak susu kambing PE lebih tinggi dibandingkan kadar protein dan lemak susu sapi dan susu kambing lainnya, namun kadar laktosa susu kambing PE lebih rendah dibandingkan susu sapi (Tabel 1). Kadar lemak, berat jenis dan pH susu kambing PE yang dilaporkan ini sesuai dengan kualitas susu kambing PE yang diberi ransum hijauan (Sukarini, 2012), namun kadar

protein 4,7% pada susu kambing PE ini lebih tinggi dibandingkan kadar protein 3,6% pada susu kambing PE yang diberi pakan ransum campuran antara hijauan (70%) dan konsentrat (30%). Kadar protein susu kambing PE ini sama dengan kadar protein susu kambing PE yang diberi suplementasi protein terproteksi dalam wafer pakan komplet (Utari *et al.*, 2012). Kualitas mikrobiologis susu segar asal kambing PE dianalisa menggunakan uji MBRT. Uji MBRT adalah penghitungan waktu (jam) yang dibutuhkan untuk menghilangkan warna biru *methylen blue* yang ditambahkan (1%) ke dalam susu segar, dan ini sangat terkait dengan pertumbuhan dan aktivitas mikrobia untuk mengkonsumsi oksigen terlarut dalam susu segar sehingga menurunkan potensi reduksi-oksidasi pada susu segar (Chatterjee *et al.*, 2006). Semakin cepat waktu (<2 jam) yang dibutuhkan untuk menetralkan warna biru, semakin buruk kualitas mikrobiologis susu segar (Anderson *et al.*, 2011). Menurut Standar Nasional Indonesia (2006), susu segar yang baik harus mempunyai nilai uji MBRT berkisar 2 sampai 5 jam. Pada penelitian ini, uji MBRT susu segar asal kambing PE membutuhkan waktu 4 jam, yang berarti kualitas mikrobiologis susu cukup bagus menurut Anderson *et al.* (2011) dan masih memenuhi standar SNI.

Tabel 1. Rerata kadar nutrisi susu segar asal kambing PE susu sapi dan kambing

Parameter Kualitas	Hasil <sup>1)</sup>	Susu Sapi <sup>2)</sup>	Susu Kambing <sup>3)</sup>
Berat jenis (kg/l)	1,03±0,002	1,023-1,039	1,029-1,039
pH	6,56±0,012	6,65-6,71	6,50-6,80
Derajat keasaman (% asam laktat)	0,24±0,007	0,22-0,25	0,14-0,23
Uji <i>Methylen Blue Reduction Time</i> (jam)	4,0±0,0	2,0-5,0	-
Kadar protein (%)	4,7±0,017	3,2	3,4
Kadar lemak (%)	4,8±0,47	3,6	3,8
Kadar laktosa (%)	4,24±0,08	4,7	4,1
Kadar air (%)	84,07±0,36	87,4	87,3
Total solid (%)	15,93	12,6	12,7

Keterangan:

<sup>1)</sup>Data hasil penelitian ini<sup>2)</sup>Data pembandingan dari susu sapi (Park *et al.*, 2007)<sup>3)</sup>Data pembandingan dari susu kambing (Park *et al.*, 2007)

### Produksi susu bubuk

Studi awal produksi susu bubuk dilakukan untuk menentukan kadar TS optimum dari susu segar yang akan diproses menjadi susu bubuk. Atas dasar analisa awal susu segar kambing PE, maka ditentukan pemilihan kadar TS 17,5% dan kadar TS 20% dipakai sebagai kadar TS awal dalam pembuatan susu bubuk kambing PE. Produksi susu bubuk asal kambing PE dilakukan dengan menggunakan *spray drier* pada suhu *inlet* 90°C dan suhu *outlet* 45°C. Karena tingkat keawetan bahan pangan sangat ditentukan oleh kadar air, maka kadar air susu bubuk yang diperoleh dijadikan acuan utama kualitas fisik dan kimia dari produk susu bubuk yang dihasilkan. Hasil analisa kadar air susu bubuk yang dihasilkan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar total solid awal 17,5% dan 20% pada susu PE yang dikaji tidak berpengaruh terhadap kadar air pada produk akhir susu bubuk. Hasil analisis menunjukkan bahwa susu bubuk asal kambing PE mempunyai kadar

air yang tidak berbeda nyata, yaitu 1,70% dan 1,5% untuk susu dengan TS awal 17,5% dan 20%. Standar Nasional Indonesia (2006) mensyaratkan kadar air maksimal 5% (w/w) pada susu bubuk. Kadar air rendah hasil pengeringan semprot merupakan salah satu penyebab rendahnya aktivitas air ( $a_w$ ) sehingga menghambat pertumbuhan mikrobia perusak susu. Pertumbuhan bakteri berhenti pada  $a_w$  0,75 sedangkan khamir dan jamur berhenti pada  $a_w$  0,65 (de Goffau *et al.*, 2011). Susu bubuk penuh dengan kadar  $a_w$  0,3 mempunyai daya simpan antara 0,5 sampai 2 tahun ketika dikemas dalam kondisi vakum dan kedap udara. Karena kadar air susu bubuk tidak terpengaruh oleh kadar total solid awal susu segar, maka kadar total solid 17,5% untuk dasar pembuatan susu bubuk pada tahap penelitian selanjutnya.

Tabel 2. Kadar air dari susu bubuk asal kambing PE pada kadar total solid 17,5 dan 20%

	Kadar TS 17,5%	Kadar TS 20%
Kadar air (%)	1,70±0,5 <sup>ns</sup>	1,51±0,3 <sup>ns</sup>

Keterangan: <sup>ns</sup> tidak menunjukkan signifikansi nyata

### Kualitas fisik susu bubuk

Kualitas fisik susu bubuk asal kambing PE yang diamati meliputi *Wettability*, *Sieve test* dan *Insolubility Index*. Salah satu parameter susu bubuk yang menentukan kualitas fisik adalah kemampuan dan kecepatan susu bubuk untuk terdispersi dalam air (*wettability*). Semakin cepat kemampuan terdispersi dalam air, semakin baik pula kualitas fisik dari susu bubuk tersebut. Hal ini penting mengingat produk susu bubuk biasanya disuspensikan dalam air sebelum dikonsumsi. Kemampuan untuk menyerap air dan membentuk suspensi homogen secara cepat merupakan indikator kualitas fisiko-kimia susu bubuk yang bagus (Widodo, 2003). Sebaliknya, ketidakmampuan menyerap air dan larut biasanya disebabkan oleh adanya kandungan lemak susu yang sifatnya non polar. Tabel 3 berikut menunjukkan *wettability*, *sieve test* dan *insolubility index* dari susu bubuk yang dihasilkan dari susu kambing PE.

Tabel 3. Perbandingan *wettability*, *sieve test* dan *insolubility index* susu bubuk kambing PE dan susu komersial asal sapi

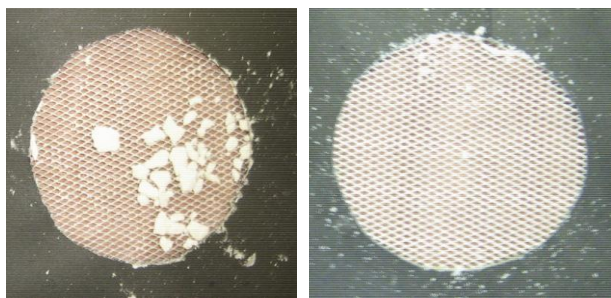
Kualitas Fisik	Susu Bubuk Asal Kambing PE	Susu Bubuk Komersial Asal Sapi
<i>Wettability</i> (detik)	143,3±38,9 <sup>a</sup>	28,9±4,4 <sup>b</sup>
<i>Sieve test</i> (gram)	0,59±0,21 <sup>c</sup>	0,04±0,01 <sup>d</sup>
<i>Insolubility index</i> (ml)	1,64±0,14	1,38±0,10

Keterangan: superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan signifikansi nyata ( $P \leq 0,05$ )

Tabel 3 menunjukkan perbedaan *wettability* antara produk susu bubuk komersial asal susu sapi dengan susu bubuk asal kambing PE. Perbedaan *wettability* ini disebabkan oleh susu kambing mempunyai kadar lemak lebih tinggi dibandingkan susu sapi yang dipakai sebagai bahan dasar pembuatan susu bubuk komersial (Utari *et al.*, 2012; Park *et al.*, 2007). Pada sisi lain, *wettability* susu bubuk komersial disebabkan oleh adanya proses emulsifikasi dengan penambahan lesitin (Widodo, 2003). Dalam penelitian ini, penambahan lesitin pada susu bubuk asal kambing PE tidak dilakukan dengan maksud untuk mengetahui kemampuan *wettability* susu bubuk asal kambing PE secara

alami. Lesitin adalah suatu contoh emulsifier yang mampu menstabilkan emulsi air dalam lemak atau lemak dalam air, sehingga dimungkinkan terbentuk suatu dispersi fase lemak yang merata pada suatu fase air. Pada proses pembuatan susu bubuk, lesitin ditambahkan untuk menghasilkan susu bubuk instan yang mampu larut dan terdispersi merata pada air baik pada suhu dingin atau panas. Parameter kualitas fisik susu bubuk yang juga perlu diuji adalah tingkat cemaran (*impurities*) dengan *sieve test*. *Sieve test* dilakukan untuk mengukur tingkat cemaran fisik susu bubuk berupa susu yang menggumpal atau gosong selama pemanasan.

Hasil *sieve test* pada Tabel 3 menunjukkan bahwa susu bubuk asal kambing PE mempunyai tingkat cemaran partikel asing lebih tinggi (0,59 g) dibandingkan dengan susu bubuk komersial (0,04 g). Sumber partikel cemaran ini adalah hasil pemanasan tidak sempurna yang berakibat pada terbentuknya gumpalan susu yang mengeras. Erdam dan Yuksel (2005) melaporkan bahwa protein *whey* khususnya  $\beta$ -lactoglobulin dan  $\alpha$ -lactalbumin dalam susu sangat sensitif terhadap pemanasan. Protein *whey*  $\beta$ -lactoglobulin mempunyai gugus sulfhydryl bebas dan ikatan disulfida yang memungkinkan terbentuknya polimer melalui ikatan dengan sesama  $\beta$ -lactoglobulin atau antara  $\beta$ -lactoglobulin dengan protein lain (Miyamoto *et al.*, 2009; Cho *et al.*, 2003). Beberapa penelitian telah melaporkan adanya denaturasi protein *whey* pada pemanasan diatas suhu 60°C, dan terjadinya interaksi sesama protein *whey* atau dengan  $\kappa$ -kasein membentuk gumpalan (Anema dan Li, 2003<sup>a</sup>; Anema dan Li, 2003<sup>b</sup>; Guyomarc'h *et al.*, 2003). Selain faktor pemanasan, tidak adanya bahan pengemulsi (*emulsifier*) menyebabkan kualitas fisik susu bubuk tidak selembut susu komersial. Gambar 1 menunjukkan perbedaan *sieve test* antara susu bubuk komersial dan susu bubuk kambing PE. Gambar 1 secara jelas menunjukkan bahwa susu bubuk komersial mempunyai struktur fisik yang lebih halus dan sedikit gumpalan sehingga lolos dari kertas saring berdiameter 2 mm.



Susu Bubuk asal Kambing PE    Susu Bubuk Komersial asal Sapi

Gambar 1. Hasil uji *sieve test* pada susu bubuk kambing PE dan susu komersial asal sapi

*Insolubility Index* menunjukkan banyak sedikitnya partikel tidak larut hasil denaturasi protein yang terjadi selama proses pemanasan dan pengolahan susu (Widodo, 2003). Hasil uji *insolubility index* menunjukkan bahwa *insolubility index* susu bubuk kambing (1,38 ml) tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan susu bubuk komersial (1,64 ml) (Tabel 3). Menurut Widodo (2003), tinggi rendahnya kelarutan susu bubuk selain ditentukan oleh komposisi bahan yang ditambahkan, juga di-

pengaruhi oleh proses pengolahan. Kondisi pengeringan yang tidak sempurna dan tingginya suhu udara pengering akan berakibat pada tingginya *insolubility* (bagian protein yang tidak larut) dari produk yang dihasilkan (U. S Dairy Export Council, 2001 *cit* Khalid *et al.*, 2009).

#### Kualitas kimia

Uji kualitas kimia susu bubuk asal kambing PE yang dilakukan meliputi uji kadar protein, lemak dan laktosa serta tingkat keasaman susu bubuk. Hasil uji kualitas kimia susu bubuk asal kambing PE dapat dilihat dari Tabel 4.

Tabel 4. Kualitas kimia susu bubuk asal kambing PE dan susu bubuk komersial asal sapi

Kualitas Kimia Susu Bubuk	Susu Bubuk Kambing PE	Susu Bubuk Komersial asal Sapi
Kadar protein (%)	28,4±0,04	28,2±0,55
Kadar lemak (%)	22,5±0,06 <sup>a</sup>	28,5±0,01 <sup>b</sup>
Kadar laktosa (%)	21,7±0,23 <sup>c</sup>	26,9±2,5 <sup>d</sup>
Derajat keasaman (%)	0,90±0,01	0,91±0,03

Keterangan: superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan signifikansi nyata ( $P \leq 0,05$ )

Tabel 4 menunjukkan bahwa kadar protein susu bubuk asal kambing PE masih dalam kisaran kadar protein susu komersial asal sapi. Badan Standarisasi Nasional (2006) menyatakan kadar protein (b/b) susu bubuk berlemak minimal 23% dan susu bubuk tanpa lemak minimal 30%. Perhitungan lanjut kadar protein berbasis berat kering (bk) bahan padatan menunjukkan kadar protein susu bubuk tidak berbeda nyata dengan kadar protein pada susu segar, yaitu berkisar 4,8% bk sampai 5,0% bk. Hal ini menandakan bahwa perlakuan pengeringan dengan menggunakan suhu *inlet* 90°C dan *outlet* 45°C tidak berpengaruh terhadap kadar protein susu bubuk kambing PE. Menurut Zittle (1969), pada pH netral protein  $\kappa$ -kasein stabil terhadap pemanasan suhu 100°C selama 5 menit. Lebih lanjut dijelaskan bahwa presipitasi protein  $\kappa$ -kasein karena pemanasan suhu 100°C terjadi ketika susu mengandung garam NaCl (0,05 mM) dan CaCl<sub>2</sub> (0,01 M) (Zittle, 1969). Dampak langsung proses pemanasan terhadap protein susu adalah denaturasi protein *whey* yang kemudian menyelimuti kasein dan membentuk agregat dengan misel kasein (Anema dan Li, 2003<sup>a</sup>; Vasbinder dan de Kruif, 2003). Tabel 4 menunjukkan bahwa kadar lemak susu bubuk kambing PE adalah 22,5% yaitu lebih rendah dari kadar lemak susu bubuk komersial asal sapi. Dengan kadar lemak 22,5%, maka susu bubuk yang dihasilkan memenuhi kriteria sebagai susu bubuk kurang lemak (BSN, 2006). Khalid *et al.* (2009) melaporkan kualifikasi susu bubuk dalam tiga jenis, yaitu susu *full cream* (lemak 26%), susu mengandung sebagian skim (*partially skimmed*) (lemak 8 sampai 24%) dan susu skim (*skimmed*) (lemak 1,5%). Badan Standarisasi Nasional (2006) menyatakan bahwa kandungan lemak (b/b) pada mutu susu bubuk berlemak adalah minimal 26% dan susu bubuk tanpa lemak maksimal 1,5%. Tingginya kadar lemak pada susu bubuk komersial asal sapi dibandingkan susu bubuk kambing PE karena pada susu bubuk komersial biasanya dilakukan penambahan *butter oil* yang 100% tersusun atas lemak (Widodo, 2003). Penambahan *butter oil* dilakukan dengan tujuan peningkatan kadar lemak produk susu bubuk

akhir. Pada sisi lain, rendahnya kadar lemak susu bubuk asal kambing PE terjadi karena adanya penambahan susu skim. Lemak merupakan penyusun yang penting dari susu karena mempunyai nilai gizi tinggi berdasar kalori yang dikandungnya, selain itu lemak juga mengandung banyak vitamin-vitamin dan asam-asam lemak esensial.

Laktosa merupakan sumber energi utama dalam produk susu. Dalam proses fermentasi menggunakan Bakteri Asam Laktat (BAL), biasanya laktosa dipecah menjadi glukosa dan galaktosa oleh enzim  $\beta$ -D-galactosidase (laktase). Namun demikian dalam proses pengolahan susu bubuk, kadar laktosa tidak mengalami perubahan karena memang tidak terjadi degradasi laktosa secara enzimatis. Tabel 4 menunjukkan bahwa kadar laktosa susu bubuk asal kambing PE lebih rendah dibandingkan dengan kadar laktosa susu bubuk komersial selaras dengan sifat asal komposisi kimia susu PE segar. Menurut Badan Standarisasi Nasional (2006), syarat mutu laktosa (b/b) pada susu bubuk berlemak adalah 26% dan susu bubuk tanpa lemak minimal 47%. Keasaman susu sangat berkaitan dengan nilai pH. Keasaman susu yang tinggi berakibat pada pH susu yang rendah, demikian sebaliknya. Tabel 4 menunjukkan bahwa kadar keasaman susu bubuk kambing PE adalah 0,90%, dan keasaman susu bubuk asal kambing PE ini masih dalam kisaran tingkat keasaman susu bubuk komersial.

#### Kualitas mikrobiologis

Total mikroba (TPC) dihitung pada medium agar non-selektif setelah inkubasi pada suhu 30°C selama 2-3 hari dalam kondisi aerob. Dengan demikian semua mikrobia pada susu yang bersifat aerob dan mesofilik akan tumbuh, seperti bakteri, spora bakteri dan fungi (yeast dan kapang). Sebaliknya, mikrobia anaerob seperti *Clostridium* dan yang optimum pada suhu dingin (psikrofilik) tidak akan tumbuh. Hasil uji TPC dan EB pada susu bubuk kambing PE disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan angka TPC  $1,9 \times 10^3$  CFU/g pada susu bubuk kambing PE hasil *spray drying* sebelum penyimpanan. Standar Nasional Indonesia (2006) mensyaratkan angka TPC maksimal  $5 \times 10^5$  CFU/g untuk memenuhi syarat mutu susu bubuk. Dengan demikian angka TPC produk susu bubuk kambing PE memenuhi syarat kualitas SNI. Angka TPC dalam produk susu bubuk kambing PE ini sama dengan angka TPC pada susu formula untuk anak usia dibawah 2 tahun dan susu bubuk lainnya yang beredar di Pakistan (Rajput *et al.*, 2009<sup>a</sup>; Rajput *et al.*, 2009<sup>b</sup>). Selama penyimpanan, baik pada suhu ruang dan *refrigerator*, terjadi peningkatan angka TPC (Tabel 5) dengan angka TPC lebih tinggi diperoleh pada penyimpanan suhu ruang dibandingkan suhu *refrigerator*. Peningkatan angka TPC selama penyimpanan juga ditemui pada produk susu UHT yang disimpan pada suhu 4°C, 25°C dan 35°C selama 60 hari (Abid *et al.*, 2009) dan susu homogenisasi yang disimpan suhu 4°C selama 14 hari (Smiddy *et al.*, 2007). Tingginya angka TPC pada penyimpanan suhu ruang dapat dipahami mengingat TPC menghitung mikrobia aerobik mesofilik yang pertumbuhannya optimum pada suhu ruang dibandingkan pada suhu *refrigerator*. Angka TPC susu bubuk setelah penyimpanan pada suhu ruang adalah  $19 \times 10^4$  CFU/g dan pada suhu *refrigerator* adalah  $7,7 \times 10^4$  CFU/g. Angka ini meningkat setelah penyimpanan minggu keempat

menjadi  $3,1 \times 10^5$  CFU/g pada suhu ruang dan  $1,7 \times 10^5$  CFU/g pada suhu *refrigerator*. Secara umum angka TPC hanya menunjukkan jumlah mikrobia yang ada pada produk susu bubuk, tetapi tidak banyak memberikan informasi tentang jenis mikrobia apa saja yang tumbuh dan dari mana asalnya. Angka TPC berkaitan dengan kualitas bahan baku untuk proses produksi, tetapi bukan indikator utama kualitas higiene dan keamanan produk. Untuk dapat dipakai sebagai evaluasi higiene atau kualitas produk susu bubuk, uji TPC perlu dilengkapi dengan uji *Enterobacteriaceae* (EB) dan uji *coliforms*.

*Enterobacteriaceae* (EB) merupakan istilah dari bahasa Latin yang berarti bakteri dari intestin. Walaupun penamaannya mengindikasikan kelompok bakteri ini berasal dari sistem pencernaan manusia atau hewan, sebagian besar dari EB bebas hidup di alam. Kemampuan EB tahan terhadap kondisi lingkungan yang kering dijadikan dasar sebagai mikrobia indikator kualitas sanitasi lingkungan proses produksi bahan pangan. Hasil uji EB pada susu bubuk kambing PE dapat dilihat pada Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan kontaminasi EB yang cukup tinggi yaitu  $1,5 \times 10^3$  CFU/g. Angka EB dalam penelitian ini lebih tinggi daripada angka EB pada industri pengolahan susu yang berkisar antara 100 sampai 500 CFU/g, dan lebih tinggi dari angka EB pada susu formula untuk anak usia dibawah 2 tahun di Pakistan yang jumlahnya kurang dari 5 CFU/g (Rajput *et al.*, 2009<sup>b</sup>). Angka EB tinggi berarti tingkat sanitasi bahan baku dan proses produksi rendah dan berakibat pada angka TPC yang tinggi yaitu  $1,9 \times 10^3$  CFU/g pada produk susu bubuk (Tabel 5). Semakin tinggi angka EB selama penyimpanan berimbas pada semakin tingginya angka TPC (Tabel 5). Jadi dapat dikatakan angka EB sangat berkaitan dengan angka TPC.

Tabel 5. Angka total mikroba (TPC) dan *Enterobacteriaceae* (EB) susu bubuk asal kambing PE disimpan pada suhu ruang dan *refrigerator*

Sampel	Pengujian	Suhu Ruang	Suhu Refrigerator
Susu bubuk awal	TPC (CFU/g)	$1,9 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$
	EB (CFU/g)	$1,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$
Penyimpanan Minggu ke-1	TPC (CFU/g)	$19 \times 10^4$	$7,7 \times 10^4$
	EB (CFU/g)	$3,8 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
Penyimpanan Minggu ke-4	TPC (CFU/g)	$3,1 \times 10^5$	$1,7 \times 10^5$
	EB (CFU/g)	$2,1 \times 10^6$	$3,8 \times 10^5$

Keterangan: data diperoleh dari 2 ulangan

*Coliforms* mempunyai arti "mirip dengan bakteri *E. Coli*". *Coliforms* merupakan kelompok bakteri Gram negatif yang sebagian besar merupakan bagian dari kelompok lebih besar yang disebut *Enterobacteriaceae* (EB) (Salman dan Hamad, 2011). Sifat khusus dari *coliforms* adalah kemampuannya memfermentasi laktosa dan menghasilkan gas. Karena kemiripannya dengan *E. Coli*, maka *coliforms* dipakai untuk memprediksi keberadaan *E. Coli* dan mikrobia patogen lainnya (El-zubeir dan Ahmed, 2007). Uji *coliforms* biasanya dilakukan dengan dua tahapan yaitu uji penduga dilanjutkan uji penguat *coliforms* pada media *Levine Eosin Methylene Blue* (L-EMB) (Salman dan Hamad, 2011; Shojaei dan Yadollahi, 2008). Uji penduga

*coliforms* dilakukan dengan metode MPN dengan tiga seri pengenceran (Blodgett, 2010). dan hasilnya disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. MPN produk susu kambing PE sebelum dan sesudah penyimpanan

Sampel	10 <sup>-1</sup>	Pengenceran 10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	MPN/ml
Susu bubuk awal produksi	0/3	1/3	0/3	3
Penyimpanan Minggu ke-1 pada suhu ruang	2/3	1/3	1/3	20
Penyimpanan Minggu ke-1 pada suhu refrigerator	1/3	1/3	1/3	11
Penyimpanan Minggu ke-4 pada suhu ruang	2/3	2/3	2/3	35
Penyimpanan Minggu ke-4 pada suhu refrigerator	2/3	1/3	1/3	20

Angka MPN pada susu bubuk kambing PE adalah 3 MPN/ml (Tabel 6), dan ini masih dalam kisaran yang diperbolehkan menurut BSN (2006) yaitu maksimal 20 MPN/ml. Tabel 6 juga menunjukkan adanya peningkatan angka MPN selama penyimpanan. Lama penyimpanan berpengaruh terhadap semakin tingginya angka MPN pada produk susu dan penyimpanan suhu ruang berdampak pada angka MPN yang lebih tinggi dibandingkan penyimpanan suhu refrigerator. Hal ini berarti bahwa tingkat cemaran mikrobia lebih mudah terjadi ketika susu bubuk disimpan pada suhu ruang dibandingkan pada suhu refrigerator, dengan konsekuensi susu akan lebih mudah rusak. Hasil positif uji penduga *coliforms* pada penelitian ini mengindikasikan masih rendahnya sanitasi dari proses produksi susu bubuk, salah satunya karena suhu pasteurisasi 72°C selama 15 menit masih belum cukup optimal untuk membunuh semua mikrobia pada susu segar kambing PE.

## KESIMPULAN

Teknologi *spray drying* terbukti efektif untuk menurunkan kadar air susu asal kambing PE sehingga diperoleh susu bubuk asal kambing PE dengan kadar air yang rendah (1,5 sampai 1,7%). Kualitas fisik susu bubuk kambing PE secara umum masih di bawah kualitas susu bubuk komersial, terutama dalam hal kelarutan dalam air (*wettability*) dan masih tingginya indeks ketidaklarutan (*insolubility index*). Kualitas nutrisi susu kambing tidak banyak mengalami kerusakan selama proses pengeringan. Kadar protein susu bubuk yang diperoleh sudah memenuhi standar protein susu komersial, namun kadar lemak dan laktosa masih di bawah standar susu komersial. Angka TPC susu bubuk kambing PE masih dalam kisaran Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu di bawah 10<sup>5</sup> CFU/g, namun tingginya angka EB mengindikasikan rendahnya sanitasi bahan baku dan proses produksi. Hal ini terlihat dari masih tingginya angka *coliforms* yang berarti bahwa produk susu bubuk berpotensi tercemar oleh *E. coli*. Penelitian lanjut untuk peningkatan kualitas fisik susu bubuk asal kambing PE khususnya kualitas

*wettability* perlu dilakukan dengan emulsifikasi menggunakan soya lesitin sebagai emulsifier. Peningkatan kualitas nutrisi juga masih perlu dilakukan terutama dengan fortifikasi menggunakan berbagai vitamin dan mineral bubuk. Peningkatan sanitasi bahan baku dan proses produksi perlu dilakukan untuk peningkatan kualitas mikrobiologis dan mencegah kontaminasi patogen pada susu bubuk kambing PE.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Ditjen DIKTI) Kementerian Pendidikan Nasional yang telah mendanai penelitian ini melalui program hibah penelitian strategis nasional (STRANAS) tahun 2010 - 2011

## DAFTAR PUSTAKA

- Abid H, Ali J, Waqas M, Anwar Y, Ullah J. 2009. Microbial quality assessment study of branded and unbranded milk sold in Peshawar City, Pakistan. *Pakistan J Nut* 8: 704-709. DOI: 10.3923/pjn.2009.704.709.
- Adesiyun AA, Stoute S, David B. 2007. Pre-processed bovine milk quality in Trinidad: Prevalence and characteristics of bacterial pathogens and occurrence of antimicrobial residues in milk from collection centres. *Food Control* 18: 312-320. DOI: 10.1016/j.foodcont.2005.10.012.
- Anderson M, Hinds P, Hurditt S, Miller P, McGrowder D, Alexander-Lindo R. 2011. The microbial content of unexpired pasteurized milk from selected supermarkets in a developing country. *Asian Pac J Trop Biomed* 1: 205-211. DOI: 10.1016/S2221-1691(11)60028-2.
- Anema SG, Li Y. 2003<sup>a</sup>. Association of denaturated whey proteins with caseins micelle in heated reconstituted skim milk and its effect on casein micelle size. *J Dairy Res* 70: 73-78. DOI: 10.1017/S0022029902005903.
- Anema SG, Li Y. 2003<sup>b</sup>. Effect of pH on the association of denaturated whey proteins with casein micelles in heated reconstituted skim milk. *J Agric Food Chem* 51: 1640-1646. DOI: 10.1021/jf025673a.
- Anonim. 2011. Water activity in food. <http://drinc.ucdavis.edu/dairysciences.htm> [21 Oktober 2011].
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. The 15<sup>th</sup> Edition. The Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Astuti M. 1981. Rancangan Percobaan dan Analisis Statistik. Fakultas Peternakan UGM. Yogyakarta.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2006. Standar Nasional Indonesia. 2006. Susu Bubuk, SNI-01-2970-2006. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Blodgett R. 2010. Bacteriological analytical manual appendix 2, most probable number from serial dilutions. <http://www.>

- fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm109656.htm. [5 September 2011].
- Chatterjee SN, Bhattacharjee I, Chatterjee SK, Chandra G. 2006. Microbiological examination of milk in Tarakeswar, India with special reference to coliforms. *African J Biotechnol* 5: 1383-1385.
- Cho Y, Singh H, Creamer LK. 2003. Heat-induced interactions of  $\beta$ -lactoglobulin A and  $\kappa$ -casein B in a model system. *J Dairy Res* 70: 61-71. [DOI: 10.1017/S0022029902005642](https://doi.org/10.1017/S0022029902005642).
- De Goffau MC, Van Diji JM, Harmsen HJM. 2011. Microbial growth on the edge of desiccation. *Environ Microbiol* 13: 2328-2335. [DOI: 10.1111/j.1462-2920.2011.02496.x](https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2011.02496.x).
- EL-zubeir IEM, Ahmed MI. 2007. The hygienic quality of raw milk produced by some dairy farms in Khartoum-Sudan. *J Microbiol* 2: 988-991. [DOI: 10.3923/jm.2007.988.991](https://doi.org/10.3923/jm.2007.988.991).
- Erdam YK, Yuksel Z. 2005. Sieving effect of heat-denatured milk proteins during ultrafiltration of skim milk. I. The preliminary approach. *J Dairy Sci* 88: 1941-1946. [DOI: 10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72869-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72869-1).
- Guyomarc'h F, Law AJR, Dalgleish DG. 2003. Formation of soluble and micelle-bound protein aggregates in heated milk. *J Agric Food Chem*. 51: 4652-4660. [DOI: 10.1021/jf0211783](https://doi.org/10.1021/jf0211783).
- Hadiwiyoto S. 1994. Teori dan Prosedur Pengujian Mutu Susu dan Hasil Olahannya. Penerbit Liberty. Yogyakarta
- Kagkli DM, Vancanneyt M, Hill C, Vandamme P, Cogan TM. 2007. *Enterococcus* and *Lactobacillus* contamination of raw milk in farm dairy environment. *Int J Food Microbiol* 114: 243-251. [DOI: 10.1016/j.jfoodmicro.2006.09.016](https://doi.org/10.1016/j.jfoodmicro.2006.09.016).
- Khalid M, El Khier S, El Gasim AYA. 2009. Quality assessment of milk powders packed in Sudan. *Pakistan J of Nut* 8: 388-391. [DOI: 10.3923/pjn.2009.388.391](https://doi.org/10.3923/pjn.2009.388.391).
- Knights M, Garcia GW. 1997. The status and characteristics of the goat (*Capra hircus*) and its potential role as a significant milk producer in the tropics: A Review. *Small Rum Res* 26: 203-215. [DOI: 10.1016/S0921-4488\(96\)00977-7](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(96)00977-7).
- LeJeune JT, Rajala-Schultz PJ. 2009. Unpasteurized milk: A continued public health threat. *Clin Infect Dis* 48: 93-100. [DOI: 10.1086/595007](https://doi.org/10.1086/595007).
- Marwah MP, Suranindyah YY, Murti TW. 2010. Produksi dan komposisi susu kambing peranakan ettawa yang diberi suplemen daun katu (*Sauropus androgynus* L. Merr) pada awal masa laktasi. *Buletin Peternakan* 34: 94-102.
- Miyamoto Y, Matsumiya K, Kubouchi H, Noda M, Nishimura K, Matsumura Y. 2009. Effects of heating conditions on physicochemical properties of skim milk powder during production process. *Food Sci Technol Res* 15: 631-638. [DOI: 10.3136/fstr.15.631](https://doi.org/10.3136/fstr.15.631).
- Moelyanto RD, Wiryanta BTW. 2002. Khasiat dan Manfaat Susu Kambing. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Oliver SP, Boor KJ, Murphy SC, Murinda SE. 2009. Food safety hazards associated with consumption of raw milk. *Foodborne Pathog Dis* 6: 793-806. [DOI: 10.1089/fpd.2009.0302](https://doi.org/10.1089/fpd.2009.0302).
- Oliver SP, Jayarao BM, Almeida RA. 2005. Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: food safety and public health implications. *Foodborne Pathog Dis* 2: 115-129. [DOI: 10.1089/fpd.2005.2.115](https://doi.org/10.1089/fpd.2005.2.115).
- Park YW, Juarez M, Ramos M, Haenlein GFW. 2007. Physicochemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rum Res* 68: 88-113. [DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.013](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.013).
- Pribadiningtyas PA, Suprayogi TH, Sambodo P. 2012. Hubungan antara bobot badan, volume ambung terhadap produksi susu kambing perah laktasi peranakan ettawa. *Anim Agric J* 1: 99-105.
- Rajput IR, Khaskheli M, Kaleri HA, Fazlani SA, Devi K, Khaskheli GB. 2009<sup>a</sup>. Determination of total, viable cells and *Enterobacteriaceae* in categorized milk powder. *Pakistan J Nut* 8: 1493-1496. [DOI: 10.3923/pjn.2009.1493.1496](https://doi.org/10.3923/pjn.2009.1493.1496).
- Rajput IR, Khaskheli M, Rao S, Fazlani SA, Shah QA, Khaskheli GB. 2009<sup>b</sup>. Microbial quality of formulated infant milk powders. *Pakistan J Nut* 8: 1665-1670. [DOI: 10.3923/pjn.2009.1665.1670](https://doi.org/10.3923/pjn.2009.1665.1670).
- Salman AMA, Hamad IM. 2011. Enumeration and identification of *Coliform* bacteria from raw milk in Khartoum State, Sudan. *J Cell Anim Biol* 5: 121-128.
- Shojaei ZA, Yadollahi A. 2008. Physicochemical and microbiological quality of raw pasteurized and UHT milks in shops. *Asian J Sci Res* 1: 532-538. [DOI: 10.3923/ajsr.2008.532.538](https://doi.org/10.3923/ajsr.2008.532.538).
- Smiddy MA, Martin JE, Huppertz T, Kelly AL. 2007. Microbial shelf-life of high pressure-homogenised milk. *Int Dairy J* 17: 29-32. [DOI: 10.1016/j.idairyj.2006.01.003](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2006.01.003).
- Straley BA, Donaldson SC, Hedge NV, Sawant AA, Srinivasan V, Oliver SP, Jayaro BM. 2006. Public health significance of antimicrobial-resistant gram-negative bacteria in raw bulk tank milk. *Foodborne Pathog Dis* 3: 222-223. [DOI: 10.1089/fpd.2006.3.222](https://doi.org/10.1089/fpd.2006.3.222).
- Sudarmadji S, Haryono B, Suhardi. 1984. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Suguna M, Bhat R, Wan Nadiah WA. 2012. Microbiological quality evaluation of goat milk collected from small-scale dairy farms in Penang Island, Malaysia. *Int Food Res J* 19: 1241-1245.
- Sukarini IAM. 2012. Produksi dan komposisi susu kambing peranakan ettawa yang diberi tambahan konsentrat pada awal laktasi. *Maj Ilmiah Peternakan* 9: 1-12.
- Sukarini IAM. 2006. Produksi dan kualitas air susu kambing peranakan etawah yang diberi tambahan urea molasses blok dan atau dedak padi pada awal laktasi. *Anim Prod* 8: 196-205.
- Sutama IK, Budiarsana IGM, Supriyati, Hastono. 2012. Perlakuan progesteron eksogenus selama bunting untuk meningkatkan produksi susu dan pertumbuhan anak pada kambing peranakan etawah. *JITV* 17: 83-91.
- Utari FD, Prasetyono BWHE, Muktiani A. 2012. Kualitas susu kambing peranakan ettawa yang diberi suplementasi protein

- terproteksi dalam wafer pakan komplit berbasis limbah agroindustri. *Anim Agric J* 1: 427-441.
- Van Kessel JAS, Karns JS, Lombard JE, Koprak CA. 2011. Prevalence of *Salmonella* enteric, *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* virulence factors in bulk tank milk and in-line filters from U.S. Dairies. *J Food Prot* 74: 759-768. [DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-10-423](https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-10-423).
- Vasbinder AJ, De Kruijff CG. 2003. Casein-whey protein interactions in heated milk: the influence of pH. *Int Dairy J* 13: 669-677. [DOI: 10.1016/S0958-6946\(03\)00120-1](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00120-1).
- Widodo. 2003. *Teknologi Proses Susu Bubuk*. Edisi Pertama. Laticia Press. Yogyakarta.
- Yagoub SO, Awadalla NE, El Zubeir IEM. 2005. Incidence of some potential pathogens in raw milk in Khartoum North (Sudan) and their susceptibility to antimicrobial agents. *J Anim Vet Adv* 4: 341-344.
- Zittle CA. 1969. Influence of heat on  $\kappa$ -casein: Effect of  $\alpha_s$ -casein and concentration of calcium chloride and sodium chloride. *J Dairy Sci* 52: 1356-1358. [DOI: 10.3168/jds.S0022-0302\(69\)86754-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(69)86754-8).