

## STABILITAS BAKTERI ASAM LAKTAT PADA PEMBUATAN KEJU PROBIOTIK SUSU KAMBING

Winiati Puji Rahayu<sup>1</sup>, Triana Setyawardani<sup>2</sup> dan Miskiyah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

<sup>2</sup>Jurusan Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto, Kampus Karangwangkal, Jl. Dr. Soeparno Purwokerto 53122

<sup>3</sup>Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor, Jl Tentara Pelajar No 12 Cimanggu Bogor 16114  
e-mail :bb\_pascapanen@litbang.deptan.go.id

Susu kambing adalah salah satu sumber protein hewani yang berpotensi untuk dikembangkan. Keunggulan susu kambing antara lain kadar laktosa rendah, ukuran globula lemak yang kecil, kadar MCFA (*Medium Chain Fatty Acid*) dan kadar nukleotida yang tinggi. Susu kambing juga merupakan sumber isolat bakteri asam laktat (BAL) yang bermanfaat bagi kesehatan. Penelitian ini telah berhasil mengisolasi BAL probiotik *Lactobacillus rhamnosus* dan *Lactobacillus plantarum* 1 selanjutnya digunakan untuk menghasilkan keju fungsional. Penelitian dikerjakan dalam tiga tahapan, yaitu : (1) pemeliharaan dan persiapan kultur BAL, (2) Pembuatan keju dan uji stabilitas BAL, (3) analisis organoleptik dan proksimat keju. Keju lunak probiotik dengan isolat probiotik *L. rhamnosus* dan *L. plantarum* 1 mempunyai stabilitas BAL selama 4 minggu penyimpanan dengan jumlah BAL  $10^9$  log CFU/g. Keju yang dihasilkan mempunyai aroma yang sama dengan keju kambing komersial, tetapi berbeda tekstur dan rasa ( $P < 0,05$ ) terhadap keju kambing komersial. Tekstur keju lunak probiotik mempunyai kisaran rata-rata kekerasan 0,115-0,452 N. Kekerasan tekstur secara statistik berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) untuk keju lunak dengan penggunaan BAL probiotik berbeda. Komposisi kimia keju probiotik memiliki kadar air 56,38-60,58%; kadar protein 13,57-17,40%; lemak 17,66-20,42%; dan kadar abu 2,69-3,19%.

**Kata kunci** : susu kambing, probiotik, keju, bakteri asam laktat

**ABSTRACT.** Winiati Puji Rahayu, Triana Setyawardani and Miskiyah. 2010. Stability of Lactic Acid Bacteria (LAB) in probiotic cheese from goat milk. Goat milk has low content of lactose, high MCFA, protein and nucleotides. In addition, goat milk is the natural source of lactic acid bacteria that have beneficial effect to the health. This research successfully isolated *Lactobacillus rhamnosus* and *L. plantarum* 1 and then applied those bacteria to cheese made from goat milk. This study was done in three stages, i. e. (1) Preparation of lactic acid bacteria culture, (2) probiotic cheese making and stability testing, (3) chemical analysis and sensory test of the probiotic cheese. LAB in isolate probiotic soft cheese with *L. rhamnosus* and *L. plantarum* 1 was viable for 4 weeks of storage with the number of LAB  $10^9$  log CFU/g. The flavor of the resulting cheese was similar to that of commercial goat cheese, but its texture and taste were different ( $P < 0,05$ ) from commercial goat cheese. The hardness of probiotic soft cheese ranged from 0.115 to 0.452 N and the value were significantly different ( $P < 0,05$ ) for soft cheese incorporated different probiotic LAB. The chemical composition of probiotic cheese was moisture 56.38-60.58%; protein 13.57-17.40%, fat 17.66-20.42% and ash 2.69-3.19%.

**Keywords** : goat milk, probiotics, cheese, lactic acid bacteria

### PENDAHULUAN

Secara umum prinsip dasar diversifikasi pangan adalah upaya untuk meningkatkan konsumsi aneka ragam pangan dengan prinsip gizi seimbang, karena tidak ada satu jenis komoditas pangan yang mampu memenuhi seluruh unsur gizi yang dibutuhkan oleh tubuh<sup>1</sup>. Diversifikasi pangan juga berlaku untuk produk-produk hewani yang berbasis pada kecukupan protein dan energi untuk meningkatkan ketahanan pangan dengan memperhatikan sumber daya, kelembagaan dan budaya lokal. Diversifikasi pangan hewani dilaksanakan seiring dengan peningkatan teknologi pengolahan pangan dan kesadaran masyarakat untuk mengonsumsi aneka ragam pangan dengan gizi seimbang.

Diversifikasi pangan hewani khususnya produk susu bertujuan untuk menjadikan produk pangan tahan lebih lama, mengarah pada produk siap konsumsi, memenuhi selera dan kebutuhan gizi konsumen, memperluas pasar dan memudahkan transportasi, serta mampu memberikan nilai tambah produk. Salah satu sumber protein hewani adalah susu kambing. Susu kambing mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan susu sapi, antara lain kadar laktosa lebih rendah, ukuran globula lemak lebih kecil, kadar *Medium Chain Fatty Acid* (MCFA) lebih tinggi, serta kadar nukleotidanya lebih tinggi. Kadar laktosa yang rendah mengurangi terjadi diare karena *lactose intolerance*, dan ukuran globula lemak lebih kecil menguntungkan karena mudah dicerna dan lebih homogen sehingga sangat baik dikonsumsi oleh bayi. Susu kambing

juga mempunyai sifat antiseptik alami serta mampu membantu menekan pertumbuhan bakteri dalam tubuh, sehingga tidak menyebabkan diare<sup>2</sup>.

Susu dan produk olahannya merupakan salah satu media tumbuh dan berkembangnya bakteri asam laktat (BAL). Eksplorasi BAL asal susu dilakukan untuk mendapatkan probiotik unggul yang bermanfaat bagi kesehatan karena sifatnya sebagai pangan fungsional. Peran BAL tidak hanya sebagai mikroba *starter* pada proses fermentasi pangan, tetapi juga merupakan salah satu sumber pangan fungsional. Salah satu produk hewani yang berpotensi sebagai *carrier* BAL probiotik adalah keju.

Keju merupakan *curd* susu yang digumpalkan dengan *rennet*, dipisahkan dari *whey* dan dipres menjadi padatan. Selama proses pembuatan keju, tahapan yang dikerjakan adalah penambahan *starter*, *scalding*, penggaraman dan pemeraman<sup>3</sup>. Penambahan *starter* dalam pembuatan keju berupa BAL berperan pada tahap pengasaman susu dan memberikan *flavor* khas keju. Bakteri asam laktat juga secara efektif digunakan sebagai pengawet alami, berperan sebagai antimikroba, memperbaiki cita rasa, tekstur serta meningkatkan nilai gizi produk<sup>4</sup>. Beberapa jenis keju lunak yang dihasilkan secara tradisional berbahan baku susu kambing, antara lain Batzos yang diproduksi sebagai pemanfaatan pembuatan keju dari *whey* berasal dari Macedonia<sup>10</sup>, keju Camero termasuk keju segar yang dihasilkan di daerah Spanyol<sup>11</sup>, keju Idiazabal dari daerah Spanyol<sup>12</sup>, Keju Galotry asal Greece<sup>13</sup>.

Keju mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan produk fermentasi lain, yaitu pH lebih tinggi dibandingkan produk fermentasi cair serta adanya kadar lemak dan matrik keju yang padat dimungkinkan mampu melindungi BAL lebih efektif dibandingkan pada produk cair selama penyimpanan. Salah satu inovasi produk keju adalah keju probiotik dengan penggunaan BAL probiotik bertujuan untuk pengembangan pangan fungsional.

Salah satu karakteristik produk berlabel probiotik adalah viabilitas dan stabilitas BAL probiotik terjaga, baik selama proses pembuatan maupun penyimpanan supaya memberikan manfaat bagi kesehatan. Keju yang diproduksi dalam penelitian ini menggunakan isolat indigenus asal susu kambing yang telah diisolasi, diidentifikasi dan diseleksi berdasarkan sifat-sifat unggul probiotiknya, yaitu BAL probiotik *L. rhamnosus* dan *L. plantarum* 1. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan mempertahankan stabilitas BAL keju dari susu kambing dan karakter mutunya selama penyimpanan.

## BAHAN DAN METODE

### A. Bahan

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai November 2010 di Laboratorium Mikrobiologi Pangan Pusat Antar Universitas (PAU) - *Seafast Center*. Bahan baku utama adalah susu kambing jenis Peranakan Ettawa (PE). Susu kambing PE diperoleh dari Koperasi Daya Mitra Primata, desa Cikarawang, Bogor. Susu kambing yang digunakan pada penelitian merupakan susu segar yang diperoleh dari pemerahan pagi hari. Susu dikemas dalam plastik HDPE selama pengangkutan dari tempat pemerahan ke tempat produksi keju. Isolat BAL probiotik *L. rhamnosus* dan *L. plantarum* 1 hasil isolasi dan identifikasi dari susu kambing. Bahan-bahan lain yang dibutuhkan dalam proses pembuatan keju pada penelitian ini diantaranya rennet komersial dalam bentuk cair, *de Mann Rogosa Sharp Agar* (MRSA), *de Mann Rogosa Sharp Broth* (MRSB), akuades, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 2%, alkohol 70%, bufer pH 4 dan pH 7, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HgO, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH-Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, HCl 0,02 N, indikator merah metil, indikator metil biru, dan heksana.

### B. Metode

Kegiatan penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah pemeliharaan dan penyiapan kultur bakteri asam laktat (BAL). Tahap kedua adalah pembuatan keju susu kambing dan uji stabilitas BAL, dan tahap ketiga adalah analisis proksimat dan uji sensori. Tahap pertama dikerjakan dengan menyegarkan kultur BAL berumur 24 jam untuk mempertahankan aktivitasnya dan disiapkan sebelum diinokulasikan ke susu kambing sebagai *starter*. Kultur BAL yang digunakan 5% (v/v) ditambahkan dalam susu kambing sebagai kultur kerja, selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 6 jam untuk mendapatkan jumlah BAL minimal 10<sup>8</sup>CFU/g.

### Proses pembuatan keju susu kambing<sup>5</sup>

Keju susu kambing dibuat dalam tiga perlakuan, masing-masing dengan pemakaian *starter* yang berbeda, yaitu BAL *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum* 1 dan kombinasi keduanya. Proses pembuatan keju mengikuti prosedur pembuatan keju *Cheddar* tradisional<sup>5</sup> dengan beberapa modifikasi. Modifikasi yang dilakukan yaitu proses penyaringan langsung dilakukan setelah tahap pemanasan gel, tidak dilakukan proses *cheddaring*, dan tidak dilakukan proses pengepresan.

Sebelum pembuatan keju, terlebih dahulu dilakukan pembuatan kultur kerja. Prosedur pembuatan keju mengikuti prosedur pembuatan kultur kerja pada umumnya dengan beberapa modifikasi, yaitu susu yang digunakan sebagai media kultur merupakan susu kambing segar.

Tahapan proses pembuatan keju sebagai berikut : a). Susu kambing segar dan susu pasteurisasi dilakukan analisis pH dan analisis total mikroba awal (angka lempeng total). Susu kambing dipasteurisasi untuk membunuh mikroba patogen; meskipun sporanya masih tetap bertahan, selain itu proses tersebut juga bertujuan menghasilkan produk keju yang aman dan berkualitas<sup>9</sup>. b). Susu pasteurisasi didinginkan sampai suhu 37°C. Kemudian 5% (v/v) kultur kerja ditambahkan pada susu pasteurisasi. Susu lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama enam jam. *Starter* akan mengubah laktosa dalam susu menjadi asam laktat sehingga pH akan turun; c). Susu yang telah diinkubasi kemudian ditambah *rennet* sebanyak 0,06 ml/L dan diinkubasi pada suhu 37°C selama tiga jam. *Rennet* ditambahkan untuk menggumpalkan protein susu; d). Pemotongan gel : gel kemudian dipotong-potong dan didiamkan selama 10-15 menit agar terjadi sineresis *whey*; e). Pemanasan dilakukan pada suhu 40°C selama 30 menit. Pemanasan pada suhu tersebut untuk mencegah hilangnya BAL, karena BAL umumnya mati pada suhu tinggi. Pemanasan bertujuan mendorong *whey* keluar lebih banyak, sedangkan gel akan mengerut; f). Penyaringan dilakukan hingga *whey* terpisah dan menyisakan suatu matriks yang disebut *curd*. Selama penyaringan, *curd* sedikit ditekan-tekan untuk mendorong *whey* keluar lebih banyak; g). *Curd* yang sudah terpisah dari *whey* ditambahkan garam sebanyak 2,5% (b/b), kemudian diaduk hingga merata; h). Pengemasan dan penyimpanan keju.

Uji stabilitas BAL dilakukan sebelum penyimpanan sampai dengan minggu ke-4 penyimpanan dengan metode tuang<sup>6</sup>, uji tekstur (*textur analyzer*), analisis proksimat<sup>7</sup>, dan uji organoleptik<sup>8</sup>.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolat BAL yang digunakan dalam pembuatan keju, berasal dari susu kambing yang telah terseleksi sebagai probiotik secara *in vitro* dengan tahapan isolasi, identifikasi dan seleksi. Hasil isolasi dan pengujian *in vitro* diperoleh dua isolat unggulan yaitu *L. rhamnosus* dan *L. plantarum* 1. Kedua isolat tersebut digunakan dalam pembuatan keju probiotik. Sifat-sifat unggul isolat terseleksi tersebut, antara lain: tahan terhadap pH rendah, tahan terhadap garam empedu, mempunyai sifat antimikroba, mampu menempel pada mukosa usus.

### A. Stabilitas keju probiotik

Hasil penelitian jumlah BAL pada produk keju lunak terdapat pada Gambar 1. Keju yang dihasilkan pada penelitian ini berwarna putih (yang merupakan tipikal keju dari susu kambing), memiliki konsistensi lunak, dan mudah

rapuh, terbentuk aroma masam seperti aroma *yoghurt* dengan rasa khas, karena pemakaian bakteri *Lactobacillus rhamnosus* dan *Lactobacillus plantarum* 1.

Jumlah BAL pada produk keju selama 4 minggu penyimpanan mampu bertahan dalam kisaran 10<sup>9</sup> CFU/g. Hal ini memperlihatkan kemampuan BAL untuk hidup pada produk keju, dengan kemampuan adaptasi BAL pada lingkungan matrik keju berjalan baik, selama 4 minggu. Berdasarkan beberapa laporan yang terkait, jumlah probiotik dalam bahan pangan sebaiknya pada kisaran 10<sup>6</sup> CFU/g dan direkomendasikan untuk mengkonsumsi 10<sup>8</sup>-10<sup>9</sup> CFU/g dalam setiap porsi untuk memperoleh manfaat kesehatan<sup>14</sup>. Jumlah BAL yang terperangkap dalam matriks gel yang terbentuk setelah penambahan *rennet* juga mencapai 10<sup>8</sup> CFU/g. Oleh karena itu, keju yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi produk pangan probiotik.

Beberapa penelitian yang mendukung hasil tersebut antara lain kemampuan bertahan dan berkembang dari bakteri *Lactobacillus acidophilus* maupun *Lactobacillus casei* pada produk keju, selama masa simpan, juga telah diuji sebelumnya pada keju *cheddar* yang disimpan selama enam bulan<sup>15</sup>. Jumlah kedua BAL tersebut mencapai 10<sup>8</sup> CFU/ml pada akhir masa simpan keju *cheddar*. Stabilitas bakteri tersebut pada keju segar khas Brazil (*Minas Fresh Cheese*) selama tiga minggu<sup>16</sup>.

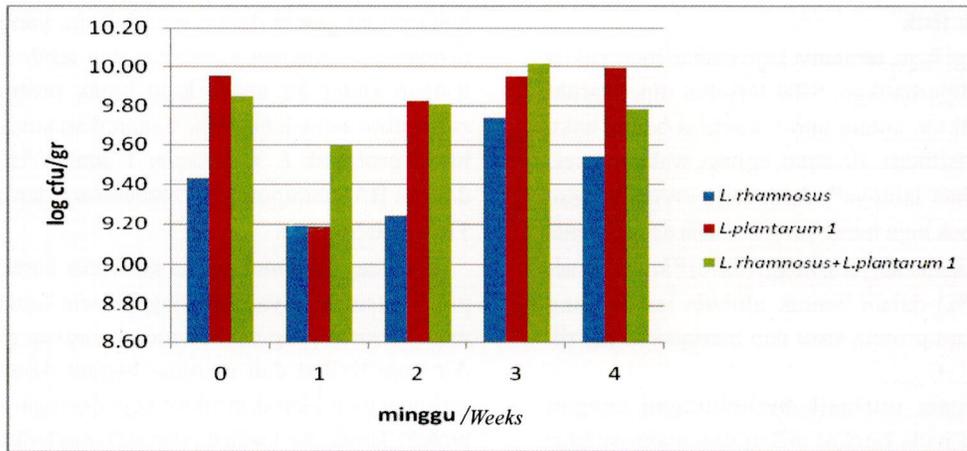
## B. Karakteristik keju probiotik

### 1. Karakteristik organoleptik

Produk keju lunak probiotik yang dihasilkan selanjutnya diuji oleh panelis untuk mengetahui tingkat kesukaan produk yang dibuat terhadap atribut aroma, tekstur dan rasa. Pengujian terhadap atribut sensori tersebut (aroma, rasa dan tekstur) juga dikerjakan oleh peneliti lain terhadap produk keju asam dengan sumber *starter* yang berbeda<sup>17</sup>.

Atribut aroma tersebut terbentuk dari rangsangan kimia yang tercium dari syaraf-syaraf penghirup. Keterangan melalui jenis bau yang keluar dari makanan dapat diperoleh melalui *epitel olfaktori*. Umumnya bau yang diterima oleh hidung dan otak lebih banyak merupakan berbagai ramuan atau campuran empat bau utama yaitu harum, asam, tengik dan hangus<sup>18</sup>.

Aroma keju lunak yang dibuat menggunakan BAL probiotik *L. rhamnosus*, *L. plantarum* 1 dan campuran (*L. rhamnosus* + *L. plantarum* 1) sama dengan aroma keju kambing komersial dan secara statistik tidak berbeda nyata pada taraf 5% ( $P > 0,05$ ). Rataan tertinggi dari atribut aroma adalah pada keju probiotik dengan BAL *L. rhamnosus* yaitu skor 3,6 (agak suka-suka), diikuti dengan keju komersial dengan skor 3,4 (agak suka), keju probiotik BAL *L. plantarum* 1 dengan skor 3,3 (agak suka) dan keju BAL



Gambar 1. Jumlah BAL pada produk keju lunak selama penyimpanan  
 Figure 1. The number of BAL in soft cheese products during storage

campuran dengan skor 3.2 (agak suka).

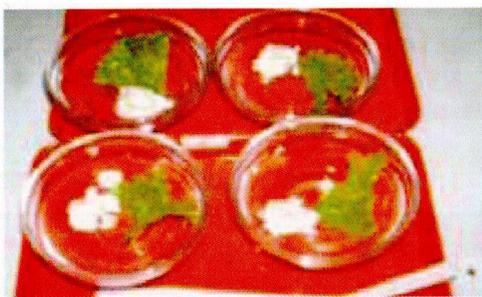
Panelis menilai aroma keju lunak probiotik dan keju komersial tidak berbeda dengan kisaran skor 3,2 - 3,6 (agak suka). Skor penilaian tersebut mengindikasikan produk keju lunak probiotik mempunyai aroma khas asam segar yang mampu berperan sebagai *masking agent* terhadap aroma *goaty* susu kambing, sehingga sampel bisa setara dengan produk keju komersial yang diujikan.

Rasa lebih banyak melibatkan indera lidah dan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Adapun faktor-faktor tersebut antara lain senyawa kimia, suhu, konsentrasi dan interaksi dengan komponen rasa yang lain<sup>18</sup>. Atribut rasa produk keju lunak probiotik yang diujikan berbeda dengan keju komersial secara nyata ( $P < 0,05$ ). Uji lanjut dengan *Duncan* memperlihatkan perbedaan nyata terdapat antara sampel keju lunak probiotik *L. rhamnosus* dengan semua sampel keju yang diujikan termasuk keju komersial. Untuk keju lunak probiotik campuran dan probiotik *L. plantarum 1* tidak berbeda dengan keju komersial (kontrol). Nilai tertinggi pada produk keju lunak probiotik *L. plantarum 1* dengan skor 3 (agak suka), diikuti dengan produk komersial dengan skor 2,9 (agak suka), produk campuran dengan skor 2,8 (agak suka) dan produk keju lunak probiotik *L.*

*rhamnosus* dengan skor 1,8 (tidak suka). Keju lunak probiotik dengan BAL *L. rhamnosus* mempunyai skor terendah yaitu 1,8 dengan kriteria penilaian tidak suka. Rendahnya skor rasa pada produk tersebut diduga karena munculnya *after taste* pahit setelah proses pencicipan dan pengunyahan sampel sesuai dengan komentar panelis.

Tekstur merupakan salah satu penentu mutu bahan makanan yang juga dipengaruhi oleh beberapa faktor mutu lainnya seperti cita rasa, warna, dan nilai gizinya. Panelis melakukan pengujian dengan cara menekan dan merasakan tekstur keju dengan tangan. Hasil sidik ragam memperlihatkan bahwa tekstur berpengaruh secara nyata terhadap skor kesukaan tekstur ( $P < 0,05$ ). Nilai tersebut diperkuat dengan uji lanjut *Duncan*, terdapat perbedaan antara sampel keju lunak probiotik BAL *L. rhamnosus* dengan keju komersial (kontrol). Untuk sampel keju lunak probiotik BAL *L. plantarum 1*, dan keju probiotik BAL (*L. rhamnosus + L. plantarum 1*) tidak berbeda dengan keju komersial, demikian juga antara sampel keju lunak probiotik BAL *L. rhamnosus* dengan sampel keju lunak probiotik BAL *L. plantarum 1*, dan keju probiotik BAL (*L. rhamnosus + L. plantarum 1*).

Rataan penilaian tertinggi untuk tekstur adalah keju komersial dengan skor 3.7 (agak suka-suka), diikuti berturut-turut adalah keju lunak probiotik BAL *L. plantarum 1* dengan skor 3,3 (agak suka), keju lunak probiotik BAL (*L. rhamnosus + L. plantarum 1*) dengan skor 3,1 (agak suka) dan keju lunak probiotik BAL *L. rhamnosus* dengan skor 2,7 (agak suka). Panelis memberi komentar tekstur sampel keju lunak probiotik BAL *L. rhamnosus* terlalu lembek, konsistensinya berair sehingga tekstur kurang disukai dan kurang menarik.



Gambar 2. Produk keju lunak yang diujikan/  
 Figure 2. Soft cheese product tested

## 2. Karakteristik fisik

Sifat rheologi keju, terutama keju olahan merupakan hal yang harus diperhatikan. Sifat tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain : kualitas bahan baku keju, proses emulsifikasi, air, suhu, agitasi, waktu proses, penambahan bahan lainnya<sup>19</sup>. Jenis keju *cream cheese* termasuk kelompok keju lunak yang berbeda dengan jenis keju lain, dengan kadar air yang tinggi (66%)<sup>20</sup> kadar lemak yang tinggi (33%) dalam bentuk globula lemak yang menyusup diantara protein susu dan merupakan matrik yang kompak<sup>21</sup>.

Tekstur secara intrinsik berhubungan dengan komposisi kimia pada tingkat mikro dan makrostruktur seperti jaringan protein atau fraksi lemak. Struktur dapat menentukan karakteristik produk keju, meskipun keju merupakan sistem kompleks. Keju segar Minas merupakan keju tradisional khas Brazil yang dibuat menggunakan starter BAL jenis mesofilik jenis *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* and *Lc. lactis* subsp. *Cremoris*. Profil tekstur keju segar Minas yang disimpan selama 21 hari pada *refrigerator* mempunyai kekerasan 3,16 N dan kelengketan (-0,13) (Ns)<sup>22</sup>.

Tekstur keju lunak probiotik hasil penelitian mempunyai kisaran rata-rata kekerasan 0,115 - 0,452 N, berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) antar perlakuan. Nilai rata-rata tertinggi pada sampel keju lunak probiotik dengan BAL *L. plantarum* 1, diikuti dengan BAL campuran (*L. rhamnosus* dan *L. plantarum* 1), dan rata-rata terendah pada keju lunak probiotik dengan BAL *L. rhamnosus*. Hasil pengujian kekerasan tekstur tersebut sejalan dengan hasil penilaian organoleptik terhadap atribut tekstur, sampel keju lunak probiotik BAL *L. rhamnosus* mempunyai rata-rata terendah dengan skor 2,7 (agak suka). Rataan kekerasan dan kelengketan tekstur keju lunak probiotik dengan BAL berbeda (Tabel 1).

Tekstur lembek pada keju lunak probiotik BAL *L. rhamnosus*, diduga karena kadar air pada sampel tersebut lebih tinggi dibandingkan jenis sampel lainnya. Kadar air yang tinggi dalam matrik protein menyebabkan produk kurang elastik dan lebih mudah pecah selama proses pengepresan keju. Pada produk air berperan sebagai *plasticiser*, dan secara tidak langsung turut menurunkan

konsentrasi kasein dalam matrik keju, yang ditunjukkan dengan menurunnya elastisitas dan lebih mudah pecah. Rataan kadar air untuk keju lunak probiotik BAL *L. rhamnosus* adalah 60,58%. Sedangkan untuk sampel keju lunak probiotik *L. plantarum* 1 adalah 56,83%, diikuti dengan BAL campuran (*L. rhamnosus* dan *L. plantarum* 1) sebesar 56,36%.

Kelengketan merupakan salah satu karakteristik dalam profil tekstur keju yang penting. Tekstur keju dibentuk oleh matrik kasein yang mampu memerangkap globula lemak. Air juga terikat dan mengisi bagian dalam matriknya. Jaringan membentuk struktur keju dipengaruhi oleh kadar protein, lemak dan kadar air dan aktivitas biokimiawi selama keju disimpan<sup>22</sup>.

Tingkat kekerasan keju lunak hasil penelitian lebih rendah 10% dibandingkan kekerasan keju hasil penelitian sebelumnya<sup>20</sup>, yaitu pada keju yang disimpan selama 21 hari mempunyai nilai kekerasan sebesar 3,14 N. Daya lengket keju juga dipengaruhi oleh kadar lemak yang dilihat dengan alat *scanning electron microscopy*. Semakin tinggi lemak, maka daya lengket semakin tinggi<sup>23</sup>.

## 3. Karakteristik kimia

Keju merupakan *curd* susu yang digumpalkan dengan *rennet*, dipisahkan dari *whey* dan dipres menjadi padat. Keju merupakan produk olahan susu yang bergizi, mudah diolah, serta mempunyai bentuk, tekstur dan aroma yang bervariasi. Keju berperan penting dalam keseimbangan gizi dan mengandung nutrisi sebagai sumber energi, termasuk juga vitamin. Komposisi kimia produk keju juga sangat dipengaruhi oleh jenis susu (spesies, periode laktasi, kadar lemak) yang digunakan, pengolahan dan lamanya serta tingkat pemeraman<sup>19</sup>.

Keju merupakan produk olahan susu yang memiliki banyak variasi. Berdasarkan kandungan air, keju dibagi dalam tiga tipe, yaitu keju keras (20-42%), keju semi keras atau semi lunak (45-55%), dan keju lunak (>55%). Semua keju jenis tersebut dikonsumsi setelah diperam selama waktu tertentu, sedangkan keju segar (>70%) dikonsumsi langsung setelah penyaringan dan pemisahan dari *whey*<sup>3</sup>. Keju lunak yang tidak melalui proses pemeraman dan umumnya dikonsumsi segar adalah keju *cottage*. Proses pengasaman dalam pembuatan keju *cottage* bisa dengan penggunaan kultur bakteri atau dengan penambahan senyawa asam organik.

Keju yang dihasilkan dalam penelitian termasuk dalam kelompok keju lunak dengan kisaran kadar air 52-60,91. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian keju lunak dengan menggunakan BAL jenis *L. acidophilus* sebesar  $53 \pm 0,06\%$ <sup>25</sup>. Umumnya keju dengan bahan susu kambing dibuat sebagai keju lunak, karena *curd* yang dihasilkan relatif lebih lembut dibandingkan susu sapi<sup>26</sup>. Kisaran kadar air tersebut berpengaruh terhadap tekstur keju yang

Tabel 1. Nilai rata-rata kekerasan dan kelengketan keju lunak yang disimpan selama 30 hari

Table 1. Mean hardness and stickyness of the soft cheese stored for 30 days

| Jenis kultur/<br>type of culture               | Kekerasan/<br>hardness (N) | Kelengketan/<br>stickiness (Ns) |
|--|----------------------------|---------------------------------|
| <i>L. rhamnosus</i>                            | 0,115 <sup>a</sup>         | 0,089 <sup>bc</sup>             |
| <i>L. plantarum</i> 1                          | 0,452 <sup>b</sup>         | 0,116 <sup>a</sup>              |
| <i>L. rhamnosus</i><br>+ <i>L. plantarum</i> 1 | 0,331 <sup>c</sup>         | 0,092 <sup>ab</sup>             |

dihasilkan, karena air dapat menyebabkan lemahnya struktur jaringan kasein<sup>23</sup>. Umur penyimpanan keju lunak umumnya lebih pendek dibandingkan dengan keju keras. Kadar air keju keras seperti keju *cheddar* berkisar 35 - 45%, kadar air yang tinggi selain mempengaruhi tekstur juga merupakan media yang baik bagi syarat pertumbuhan mikroorganisme, baik *starter* maupun kontaminan lainnya. Hal tersebut berakibat pada turunnya mutu produk.

Keju merupakan salah satu sumber protein, kisaran kadar protein tergantung pada jenis keju yang diolah. Keju jenis *cheddar* dari susu kambing mempunyai protein sebesar 30,3%<sup>27</sup> dan 25,1-28,41%<sup>28</sup>. Kadar protein keju *cottage* berkisar antara 12,7-21% dan keju *cheddar* yang dibuat dengan pemeraman mempunyai kandungan protein 20,8-26,11%<sup>29</sup>.

Jenis BAL probiotik berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kadar protein dengan rata-rata tertinggi pada keju lunak probiotik BAL *L. plantarum* 1 yaitu sebesar 17,40%, diikuti keju lunak probiotik BAL campuran yaitu sebesar 16,23% dan kadar protein terendah pada keju lunak probiotik BAL *L. rhamnosus*. Hasil uji *Duncan* terdapat satu *subset* yang berbeda yaitu antara keju lunak probiotik BAL *L. rhamnosus* dengan keju lunak probiotik BAL campuran dan keju lunak probiotik BAL *L. plantarum* 1, tetapi antara keju lunak probiotik BAL campuran dan keju lunak probiotik BAL *L. plantarum* 1 tidak terdapat perbedaan.

Protein susu, terutama kasein, merupakan bahan utama yang akan dikoagulasi hingga membentuk *curd*. Proporsi  $\alpha_{s1}$ -kasein yang lebih rendah pada kasein susu kambing menyebabkan tekstur *curd* yang terbuat dari susu kambing lebih lunak daripada *curd* yang terbuat dari susu yang mengandung  $\alpha_{s1}$ -kasein lebih tinggi<sup>30</sup>. Jenis keju lunak probiotik BAL *L. plantarum* 1 dan BAL campuran (*L. plantarum* dan *L. rhamnosus*) kemungkinan mampu membantu aktivitas proteolisis menyebabkan pecahnya protein menjadi komponen penyusunnya, hasil pemecahan protein tersebut terdeteksi sebagai N-kasar yang diukur dengan metode *kjeldahl*.

Lemak dapat mempengaruhi kekerasan, kelekatan, *mouthfeel*, dan cita rasa keju<sup>31</sup>. Umumnya, keju yang terbuat dari susu kambing memiliki tekstur yang lebih lunak karena

mengandung lebih banyak globula-globula lemak yang berukuran  $< 5 \mu\text{m}$  dibandingkan dengan susu sapi. Ukuran globula lemak yang lebih kecil menyebabkan luas permukaan lemak semakin besar, sehingga terjadi penyebaran misel kasein yang terjerap pada permukaan globula lemak sekaligus melapisinya<sup>5,32</sup>.

Keju merupakan produk yang kaya akan lemak. Lemak dalam susu beserta komponen lainnya yang tidak larut air terperangkap dalam matriks kasein yang terkoagulasi. Rata-rata kandungan lemak keju susu kambing yang dihasilkan pada penelitian terlihat pada Tabel 2. Hasil pengujian lemak lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, yaitu sebesar 15,37%<sup>22</sup>.

Kandungan mineral pada keju ditunjukkan dari kadar abu yang terukur. Selain lemak dan protein, mineral-mineral susu seperti kalsium, fosfor, dan magnesium terkonsentrasi dalam *curd* yang terbentuk selama proses koagulasi<sup>33</sup>. Kadar abu keju susu kambing lebih tinggi pada jenis keju keras daripada jenis keju lunak<sup>27</sup>. Perbedaan tersebut diduga variasi kandungan mineral pada jenis susu yang digunakan atau cara pembuatan keju yang berbeda. Pengasaman dengan cepat oleh fermentasi laktat, yang diikuti oleh keluarnya *whey* dengan cepat, mendorong demineralisasi *curd*.

Hasil pengujian keju lunak probiotik BAL berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kadar abu. Perbedaan kadar abu terjadi pada sampel keju lunak probiotik BAL *L. rhamnosus* dan campuran, tetapi tidak berbeda dengan keju lunak probiotik BAL *L. plantarum* 1. Rataan kadar abu tertinggi terdapat pada sampel keju lunak probiotik BAL *L. plantarum* 1 (3,35%) diikuti dengan keju lunak probiotik BAL *L. rhamnosus* (3,19%) dan terkecil pada keju lunak probiotik BAL campuran (2,69%).

## KESIMPULAN

1. Keju probiotik yang dihasilkan susu kambing termasuk katagori keju lunak tanpa pemeraman dengan menggunakan isolat *L. rhamnosus* dan *L. plantarum* 1 hasil seleksi *in vitro*. Keju lunak probiotik memiliki jumlah BAL  $10^9$  CFU/g selama 4 minggu penyimpanan sehingga berpotensi dikembangkan sebagai produk pangan probiotik.

Tabel 2. Karakteristik kimia keju lunak dengan BAL probiotik  
Table 2. Chemical characteristics of the LAB soft cheese

| Jenis kultur/ Kind of culture               | Air /<br>Water (%) | Protein /<br>Protein (%) | Lemak/<br>Ffat (%) | Abu/<br>Ash (%)   |
|---|--------------------|--------------------------|--------------------|-------------------|
| <i>L. rhamnosus</i>                         | 60,58 <sup>b</sup> | 13,57 <sup>a</sup>       | 17,66              | 3,19 <sup>b</sup> |
| <i>L. plantarum</i> 1                       | 56,83 <sup>a</sup> | 17,40 <sup>bc</sup>      | 20,42              | 3,35 <sup>b</sup> |
| <i>L. rhamnosus</i> + <i>L. plantarum</i> 1 | 56,36 <sup>a</sup> | 16,23 <sup>b</sup>       | 19,94              | 2,69 <sup>a</sup> |

Keterangan/remarks: Angka yang diikuti superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya pengaruh perlakuan yang nyata ( $P < 0,05$ )/Numbers followed by different superscripted letters in the same column are significantly different ( $p < 0,05$ )

2. Panelis menilai aroma keju lunak probiotik dan keju komersial tidak berbeda dengan kisaran skor 3,2-3,6 (agak suka). Atribut rasa dan tekstur keju lunak probiotik berbeda dengan keju komersial secara nyata ( $P < 0,05$ ).
3. Jenis BAL probiotik berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kadar kadar air dengan kisaran rata-rata 56,36-60,58%, protein (13,57-16,23%) dan kadar abu (2,69-3,35%), tetapi tidak berbeda terhadap kadar lemak (17,66-20,42%).

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Peraturan Pemerintah Indonesia No.68 tentang ketahanan pangan. Jakarta: BPPK; 2002.
2. Sodiq A, Abidin Z. Meningkatkan produksi susu kambing peranakan etawa [Internet]. 2008 [Diakses 18 November 2010]. Tersedia di : [Http://books.google.co.id/books](http://books.google.co.id/books).
3. Heller KJ. Probiotic bacteria in fermented foods : product characteristics and *starter* organisms. *Am. J. Clin Nutr. Supl.* 2001; 73:374-379.
4. Guessas Kihal. Characterization of lactic acid bacteria isolated from Algerian arid zone raw goat's milk. *Afric.J. Biotechnol.* 2004; 3: 339-342.
5. Walstra P, Geurts TJ, Noomen A, Jellema A, Van Bookel MAS. Composition, structure and properties. In : *Dairy technology : Principles of milk properties and processes*. New York: Marcel Dekker; 1999.
6. BAM (Bacteriological Analytical Manual Online) [Internet]. 2001 [Diakses 25 September 2009]. Tersedia di : <http://www.cfsan.fda.gov/ebam.html>
7. Official Methods of Analysis. Washington DC: AOAC (Association of Official Analytical Chemist); 2006.
8. Rahayu P. Penuntun praktikum penilaian organoleptik. Bogor: Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fak. Teknologi Pertanian. 1998.
9. Trujillo AJ, Buffa M, Casal I, Fernandez P, Guamis B. Proteolysis in goat cheese made from raw, pasteurized or pressure-treated milk. *Innovative Food Sci. and Emerging Tech.* 2002; 3: 309-319.
10. Psoni L, Tzanetakis N, Litopoulou-Tzanetaki E. Microbiological characteristics of Batzos, a traditional Greek cheese from raw goat's milk. *Food Microbiol* 2003; 20 : 575-582.
11. Olarte C, EC-Fandos, Sanz S. A proposed methodology to determine the sensory quality of fresh's cheese (Cameros cheese) : application to cheeses packaged under modified atmospheres. *Food Quality and Preference* 2001; 12:163 - 170.
12. Vicente MS, Ibañeta FC, Barcina Y, Barron LJR. Changes in the free amino acid content during ripening of Idiazabal cheese: influence of *starter* and rennet type. *Food Chemistry* 2000; 72: 309-317.
13. Kondyli E, Katsiari MC, Voutsinas LP. Chemical and sensory characteristics of Galotyri-type cheese made using different procedures. *Food Control* 2008; 19:301-307.
14. Araujo EA, Carvalho AF, Leandro ES, Furtado MM, de Moraes CA. Development of a symbiotic cottage cheese added with *Lactobacillus delbrueckii* UFV H2b20 and inulin. *J of Funct Foods* 2010; 2:85-89.
15. Ong L, Henriksson A, Shah NP. Development of probiotic cheddar cheese containing *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei* and *Bifidobacterium* spp. and the influence of these bacteria on proteolytic patterns and production of organic acid. *International Dairy Journal* 2006; 16: 446-456.
16. Souza, Saad MI. Viability of *Lactobacillus acidophilus* La-5 added solely or in co-culture with a yoghurt *starter* culture and implications on physico-chemical and related properties of Minas fresh cheese during storage. *Food Sci. and Tech* 2009; 42 :633-640.
17. Goncu A, Alpken Z. Sensory and chemical properties of white pickled cheese produced using kefir, yoghurt or a commercial cheese culture as a *starter*. *Int Dairy J* 2005; 15:771-776.
18. Winarno FG, Jennie BSL. Kerusakan bahan pangan dan cara pencegahannya. Jakarta: Penerbit; 1983.
19. McSweeney PLH. Conversion of milk to curd. Di dalam: Mc Sweeney PLH, editor. *Cheese problem solved*. England: Woodhead Publishing Limited; 2007.
20. Buriti FCA, Cardarelli HR, Filisetti MCC, Saad SMI. Synbiotic potential of fresh cream cheese supplemented with inulin and *Lactobacillus paracasei* in co-culture with *Streptococcus thermophilus*. *Food Chemistry* 2007; 104: 1605-1610.
21. Kalab M. Practical aspects of electron microscopy in dairy research. Food structure, microstructure of cheese: processing, technological and microbiological considerations. Claudia I. Pereira, Ana M.P.Gomes and F. Xavier Malcata. *Trends in Food Science & Technology Review* 1993; 20: 213 - 219.
22. Buriti FCA, Okazaki TY, Alegro JHA, Saad SMI. Effect of a probiotic mixed culture on texture profile and sensory performance of Minas fresh cheese in comparison with the traditional products. *Arch. Lait. Nutr.* 2007; 57: 179 - 185.
23. Banks JM. Flavour, texture and flavour defects in hard and semi-cheeses. Di dalam: Mc Sweeney PLH, editor. *Cheese problem solved*. England: Woodhead Publishing Limited; 2007.
24. Bryant A, Ustunol Z, Steffe J. Texture of cheddar cheese as influenced by fat reduction. *J of Food Sci.* 1995; 60: 1216-1219.
25. Prayitno WE. Pembuatan keju susu kambing dan uji stabilitas bakteri asam laktat selama pembuatan dan penyimpanan keju [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2010.
26. Park YW. Nutrient profile of commercial goat milk cheeses manufactured in United States. *J. Dairy Sci.* 1990; 73 : 3059-3067.
27. Murtaza MA, Ur-Rehman S, Anjum FM, Nawaz H. Nutritional composition of cow and buffalo milk Cheddar cheese. *Pakist. J. Nutr.* 2008; 7: 509-512.
28. Ong L, Henriksson A, Shah NP. Proteolytic pattern and organic acid profiles of probiotic Cheddar cheese as influenced by probiotic strains of *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. paracasei*, *Lb. casei* or *Bifidobacterium* sp. *International Dairy Journal* 2007; 17: 67-78.
29. Eckles CH, Combs WB, Macy H. Milk and milk product. 4<sup>th</sup> ed. New York: Penerbit; 1986. Hal: 95 - 98.

30. Thomann S, Buffa M, Casal I, Ferna'ndez P, Guamis B. Proteolysis in goat cheese made from raw, pasteurized or pressure-treated milk. *Innovative Food Sci. and Emerging Tech.* 2002; 3: 309-317.
31. O'Brien NM, O'Connor TP. Nutritional aspects of cheese. Di dalam : Fox PF, McSweeney PLH, Cogan TM, Guinee TP, editor. *Cheese chemistry, physics and microbiology*. London: Elsevier Academic Press; Tahun terbit. (Major cheese groups; vol 2).
32. Daulay D. Fermentasi keju. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor. 1991.
33. Miller GD, Jarvis JK, McBean LD. *Handbook of dairy foods and nutrition*. 3<sup>rd</sup> ed. Boca Raton: CRC Press. 2007.