

EFEKTIVITAS STARTER KERING BAKTERI ASAM LAKTAT TERHADAP MUTU DADIH SAPI YANG DIHASILKAN

Sri Usmiati, Ermi Sukasih, dan Sri Yuliani

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapenen Pertanian,
Jl. Tentara Pelajar 12 A Bogor
e-mail :bb_pascapenen@litbang.deptan.go.id

Penyediaan starter kering bakteri asam laktat dalam pembuatan susu fermentasi mempunyai beberapa keunggulan antara lain mempermudah penanganan dan distribusi, menghindarkan kontaminasi, serta berdaya simpan relatif lebih lama. Salah satu jenis susu fermentasi tradisional Indonesia asli Sumatera Barat adalah dadih yang dibuat secara tradisional menggunakan susu kerbau tanpa starter. Ketersediaan susu kerbau yang makin terbatas perlu dicari alternatif penggantinya antara lain dengan susu sapi yang tersedia relatif melimpah di beberapa wilayah Indonesia, dengan modifikasi susu skim dan agar-agar sebagai bahan pengisi untuk dapat menghasilkan dadih dengan karakteristik mirip dadih susu kerbau. Penelitian bertujuan untuk mengetahui efektivitas starter kering bakteri asam laktat dengan metode pengeringan semprot (*spray drying*) melalui pengamatan karakteristik dadih susu sapi yang dihasilkan. Penelitian didesain menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial, dengan faktor pertama adalah kombinasi starter kering BAL (A1 = *L. bulgaricus* : *L. casei* (1:1); A2 = *L. bulgaricus* : *L. casei* (1:2), dan A3 = *S. thermophilus* : *L. casei* (1:2); dan faktor kedua adalah konsentrasi starter kering BAL (B₁ = 2 g atau 4% b/v, dan B₂ = 3 g atau 6% b/v ke dalam 150 mL susu hasil pemekatan), masing-masing diulang tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dadih susu sapi terbaik adalah menggunakan starter kering kombinasi *Streptococcus thermophilus* : *Lactobacillus casei* = 1:2 sebanyak 6% b/v atau 3 g dengan karakteristik memiliki nilai total asam tertitrasi tertinggi (0,038%), kadar air terendah (77,11%), viskositas yang baik (240,0 cP), total mikroba yang tinggi ($1,5 \times 10^{11}$ cfu/mL), kadar protein sebesar 4,2%, dan kadar lemak sebesar 4,89%, dengan tingkat kesukaan yang lebih baik terhadap sensori warna dan rasa.

Kata kunci : starter kering, bakteri asam laktat, dadih, susu sapi

ABSTRACT. Sri Usmiati, Ermi Sukasih, and Sri Yuliani. 2010. Effectivity of Dried Starter of Lactic Acid Bacteria on the Quality of Cow's Dadih. Usage the dry starter of lactic acid bacteria for producing fermented milk has some advantages that are ease handling and distribution, avoid contamination, and prolong the storage time of product. One kind of traditional fermented milk in Indonesia original from West Sumatera is dadih which is made of traditionally by using buffalo milk spontaneous fermentation. The limited availability of buffalo milk needs are effort to substitute it, for example the usage of cow's milk which is abundant, modified by skim milk and agar as filler to provide raw material for dadih which has similar characters to buffalo's dadih. This research aims to determine the effectiveness of dry starter of lactic acid bacteria which is produced by spray drying method through the observation of the characteristic dadih of cow's milk produced. Design of research was factorial; the first factor were combination dry starter of lactic acid bacteria (three combinations: *Lactobacillus bulgaricus* : *Lactobacillus casei* (1:1); *Lactobacillus bulgaricus* : *Lactobacillus casei* (1:2), and *Streptococcus thermophilus* : *Lactobacillus casei* (1:2), and the second factor were concentration of dry starter of LAB (two levels of two g (4% w/v) and three g (6% w/v) into 150 mL concentrated cow's milk), each has three replicate. Results of research showed that cow's milk dadih using dry starter of combination of *Streptococcus thermophilus* : *Lactobacillus casei* = 1:2 for 3 g (6% b/v), it was characterized by highest titrable acidity (0.038%), lowest water content (77.11%), viscosity similar to dadih (240.0 cP), high total microbes (1.5×10^{11} cfu/mL), protein content of 4.2% and fat content of 4.89% with better of hedonic value of colour and taste of product.

Keywords : dry starter, lactic acid bacteria, dadih, cow's milk

PENDAHULUAN

Dadiah adalah salah satu jenis susu fermentasi seperti halnya *yoghurt*¹. Menurut Sugitha², dadiah dibuat secara tradisional dari susu kerbau yang dimasukkan ke dalam tabung bambu, ditutup daun pisang yang dilayukan, dan dibiarkan terfermentasi alamiah di suhu ruang selama 48 jam. Dadiah kurang dikenal masyarakat Indonesia secara luas karena dadiah merupakan produk khas Sumatera Barat, padahal dadiah bernilai gizi tinggi dengan komposisi yang

bervariasi antara lain kadar air 82,10%, protein 6,99%, lemak 8,08%, keasaman 130,5°D, dan pH 4,99.

Di kalangan masyarakat Sumatera Barat, terutama generasi muda, dadiah sampai saat ini belum berkembang. Beberapa faktor yang mempengaruhinya antara lain kesulitan dan keterbatasan memperoleh susu kerbau. Untuk itu perlu dicari alternatif penggantinya, misalnya susu sapi yang dimodifikasi supaya karakteristiknya mendekati susu kerbau. Modifikasi yang dapat dilakukan antara lain proses pemekatan susu dan atau penambahan

bahan tertentu agar dihasilkan produk dadih dengan tekstur dan rasa menyerupai dadih susu kerbau. Oleh karena itu produksi dadih perlu mendapat perhatian karena berpotensi sebagai upaya diversifikasi produk yang dapat meningkatkan nilai tambah susu segar.

Faktor lainnya adalah inkonsistensi mutu dadih pada setiap daerah dan setiap waktu produksi. Menurut Naiola³, dadih di Sumatera Barat selama ini dibuat dengan mengandalkan mikroba dari alam sebagai *starter*, yang diperkirakan berasal dari tutup daun pisang, tabung bambu, dan susu. Proses fermentasi dadih melibatkan sejumlah mikroba terutama bakteri asam laktat (BAL) seperti *Lactobacillus*, *Streptococcus*^{4,5} dan *Lactococcus*^{6,7}. Selain itu ditemukan mikroba non BAL seperti *Micrococcus varians*, *Bacillus cereus*, dan *Staphylococcus saprophyticus*, serta khamir *Endomyces lactis*⁶. Proses fermentasi terkendali menggunakan kultur *starter* tunggal maupun kombinasi dalam jumlah yang sesuai, berkualitas, dan terpelihara secara baik merupakan faktor penting untuk menghasilkan dadih bermutu baik, konsisten, dan aman dikonsumsi.

Starter untuk fermentasi pangan di Indonesia, umumnya tersedia berbentuk cair dalam kemasan botol gelas dengan penutup berupa sumbat kapas⁸. Kultur dalam keadaan cair mudah mengalami kontaminasi, mudah turun potensinya selama penyimpanan, dan sulit dalam pengelolaannya. Zain⁹ menyatakan bahwa penggunaan kultur *starter* cair membutuhkan penanganan khusus untuk menjaga kualitasnya dari kontaminasi.

Menurut Doleyres dan Lacroix¹⁰, banyak keuntungan yang ditunjukkan oleh sistem immobilisasi sel pada bakteri asam laktat dan probiotik dalam industri *starter* dan olahan susu fermentasi. Dewi⁸ melakukan penelitian penyediaan kultur kering *Acetobacter xylinum* dengan hasil daya hidup sel yang tinggi menggunakan pengeringan *freeze drying*. Pengembangan kultur *starter* kering dalam bentuk granul merupakan inovasi pengembangan sediaan kultur *starter* yang memudahkan konsumen dalam hal penanganan, penyimpanan dan pengaplikasiannya pada susu⁹. Proses pengeringan kultur dengan cara mikroenkapsulasi (pengkapsulan) merupakan salah satu cara untuk mempermudah penanganan *starter*, mengontrol berlangsungnya proses fermentasi, dan konsistensi mutu produk. Dalam bentuk kering dapat memudahkan distribusi/transportasi *starter* karena mikroba tidak kehilangan aktivitasnya, serta memperpanjang masa simpannya.

Mikroenkapsulasi adalah proses pembuatan mikrokapsul dari bahan aktif berbentuk padat, cair, atau suatu dispersi dengan suatu lapisan tipis pengkapsul yang berfungsi mencegah kerusakan sel mikroba dari pengaruh lingkungan. Pengkapsulan sel dapat meningkatkan daya

hidup dan stabilitas mikroba selama proses produksi, penanganan, dan penyimpanan.

Beberapa teknik pengeringan mikroenkapsulasi yang bertujuan untuk mendapatkan produk dalam bentuk serbuk yang memiliki stabilitas, viabilitas dan aktivitas tinggi telah dilakukan. Kim dan Bhowmik¹¹, Rybka dan Kailasapathy¹², Sanderson¹³ telah melakukan pengeringan terhadap kultur bakteri *acidophilus* menggunakan *freeze drying*. Metode pengeringan mikroenkapsulasi lainnya adalah *spray drying* (pengeringan semprot). Metode ini paling umum pada industri pangan, karena ekonomis dan fleksibel, dapat berjalan kontinyu, dan menghasilkan mutu produk yang baik¹⁴. Serbuk hasil *spray drying* mempunyai ukuran partikel yang sangat kecil sehingga mudah larut. Penelitian terdahulu lainnya yang dilakukan Champagne¹⁵ menghasilkan peningkatan kestabilan aktivitas kultur setelah pengeringan *spray drying* pada enkapsulasi dengan bahan pengkapsul dekstrin. Selain itu, proses pengeringan *spray drying* telah dilakukan pula untuk menghasilkan serbuk *Lactobacillus paracasei*¹⁶, *Lactobacillus rhamnosus*¹⁷, *Lactobacillus acidophilus*¹⁸, *Lactobacillus curvatus*¹⁹, dan *Bifidobacterium ruminantium*²⁰.

Penyediaan *starter* kering dalam keadaan sel mikroba hidup dilakukan untuk mempermudah produksi dadih dan susu fermentasi lainnya dengan mutu yang baik, aman, dan konsisten. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui efektivitas *starter* kering bakteri asam laktat dengan metode pengeringan semprot melalui pengamatan karakteristik dadih susu sapi yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODOLOGI

A. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian pada bulan April sampai November 2009.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah susu sapi segar (dari peternakan pesantren Darul Falah, Bogor), susu skim, agar-agar, *starter* cair bakteri asam laktat: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Lactobacillus casei* (koleksi Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian, Bogor), media *DeMan Rogosa Sharpe* agar dan *broth* (Oxoid), dan bahan kimia untuk analisis kimia. Peralatan yang digunakan adalah *spray dryer* (Lab Plant SD-05), oven (Memmert), autoclave (Hirayama), rheometer (Brookfield), timbangan analitik (Precisa), oven (Imperial V), inkubator (Harstra Utrecht), vortex (Thermolyne), sentrifus (Tomy, TX-160), laminar

flow (Esco), pH meter (Eutech), mixer, lemari es, thermometer, dan alat-alat gelas untuk analisis kimia dan mikrobiologi serta peralatan untuk uji organoleptik.

C. Metode Penelitian

1. Pembuatan starter kering bakteri asam laktat

Kombinasi bakteri asam laktat yang digunakan sebagai starter adalah *L. bulgaricus* : *L. casei* = 1:1; *L. bulgaricus* : *L. casei* = 1:2, dan *S. thermophilus* : *L. casei* = 1:2. Sebanyak satu liter susu sapi segar dipanaskan hingga suhu 40°C, kemudian ditambah 5% (b/v) susu skim. Pemanasan dilanjutkan hingga suhu 80-90°C selama 3 menit. Susu tersebut kemudian didinginkan sampai suhu 37°C, selanjutnya kultur cair kombinasi BAL ditambahkan sebanyak 5% (v/v) kedalamnya dan difermentasi pada suhu ruang (27-29°C) selama 24 jam menjadi kultur cair. Sebanyak 70 g kultur tersebut dilarutkan dalam 500 mL aquadest steril kemudian ditambah maltodekstrin 40% (b/b). Larutan dihomogenkan dengan kecepatan 11.000 rpm selama 15 menit. Viskositas larutan tersebut adalah 18-24 cP. Selanjutnya larutan dikeringkan dengan *spray drying* pada suhu inlet 160°C, suhu outlet 80°C, dan kecepatan fluida 20 mL/menit. Rendemen dan viabilitas starter kering ini kemudian dianalisis sebelum dan sesudah pengeringan.

2. Pembuatan dadih susu sapi menggunakan starter kering BAL

Sebanyak satu liter susu sapi segar dipanaskan hingga suhu 40°C, kemudian ditambah skim 5% (b/v), gula 5% (b/v), dan agar-agar 0,2% (b/v). Campuran tersebut dipanaskan pada suhu 80-90°C selama 3 menit. Tahap selanjutnya larutan didinginkan hingga suhu 37°C. Serbuk starter kering kemudian diinokulasikan ke dalam masing-masing wadah berisi 150 mL media susu, dihomogenkan secara aseptis dan difermentasi pada suhu ruang (27-29°C) selama 10 jam.

Penelitian pembuatan dadih susu sapi menggunakan starter kering didisain menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial, masing-masing diulang tiga kali. Faktor pertama adalah kombinasi starter kering BAL (A1 = *L. bulgaricus* : *L. casei* (1:1); A2 = *L. bulgaricus* : *L. casei* (1:2), dan A3 = *S. thermophilus* : *L. casei* (1:2); dan faktor kedua adalah konsentrasi starter kering BAL (B₁ = 2g atau 4% b/v, dan B₂ = 3g atau 6% b/v). Produk dadih selanjutnya diamati atas nilai pH²¹, total asam tertitrasi²², viskositas²³, kadar air²⁴, total BAL²⁵, dan uji organoleptik/hedonik²⁶.

Uji organoleptik dilakukan oleh lima orang panelis terlatih pada skala penilaian: suka (nilai 5), agak suka (nilai 4), netral (nilai 3), agak tidak suka (nilai 2), dan tidak suka (nilai 1). Data uji organoleptik diolah dengan uji Friedman. Dadih terpilih dianalisis atas kadar protein dan lemak²⁴.

Pemilihan dadih terbaik didasarkan pada jumlah skor pada uji organoleptik. Dadih dengan jumlah skor tertinggi dipilih sebagai produk terbaik/terpilih. Kriteria mutu yang digunakan untuk menentukan dadih terbaik adalah mengacu pada kriteria proksimat dadih susu kerbau dari Agam dan Solok yaitu kadar air 82,09%; protein 6,98%; lemak 8,07%; kadar abu 0,91%, total asam tertitrasi 1,30%, dan nilai pH 4,78¹.

Sebagai pembanding digunakan dadih susu sapi yang menggunakan starter cair. Susu sapi diuapkan (*toning* yaitu pemekatan susu hingga ¼ bagian dari volume awal) pada suhu 60-73°C untuk meningkatkan total padatan (semula 10,98%) dan mematikan mikroba patogen yang mungkin ada di dalamnya. Media ini kemudian dihomogenisasi dan ditambah 1,0% *Carboxy Methyl Celulose* (telah dilarutkan air hangat) dan 3% susu skim (telah dilarutkan susu sapi). Dari proses tersebut dihasilkan susu sapi dengan total padatan 16,95% supaya mendekati total padatan susu kerbau (23,5%). Selanjutnya sebanyak 3%²⁷ starter cair *L. casei* (hasil isolasi dari dadih Sijunjung, Sumbar) diinokulasikan ke dalam media tersebut, dihomogenkan secara aseptis dan difermentasi pada suhu ruang (27-29°C) selama 48 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Starter Kering Bakteri Asam Laktat

1. Rendemen

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen starter kering BAL yang tertinggi diperoleh dari kombinasi *S. thermophilus* dan *L. casei* = 1:1 sebesar 12,51% (11,30 g) dan rendemen terendah dari kombinasi *L. Bulgaricus* : *L. casei* = 1:2 sebesar 8,89% (7,07 g). Rendemen starter kering ini cukup rendah antara lain disebabkan oleh penanganan setelah proses pengeringan yaitu kesulitan mengumpulkan produk yang menempel pada dinding *cyclone* alat pengering. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh pengaruh bobot molekul bahan pengkapsul yang digunakan. Menurut Kenyon²⁸, maltodekstrin dengan nilai *dextrose equivalence* (DE) 10 mempunyai bobot molekul 1800 sedangkan pati asalnya sebesar 2.000.000. Maltodekstrin yang berbobot molekul rendah mengakibatkan produk yang keluar dari ruang pemanas menumpuk pada dinding *cyclone* pemisah sehingga terjadi penempelan produk yang mengakibatkan rendemen produk berkurang. Menurut Nasution²⁹, pengkapsulan bakteriosin dari bakteri asam laktat galur SCG 1223 menggunakan kombinasi maltodekstrin dan susu skim menunjukkan bahwa makin tinggi kadar maltodekstrin yang digunakan menghasilkan rendemen serbuk yang semakin rendah.

2. Viabilitas

Jumlah total BAL *starter* sebelum dan sesudah pengeringan semprot menunjukkan hasil bahwa jumlah total BAL menurun setelah pengeringan, berturut-turut dari *starter* kombinasi *L. bulgaricus* : *L. casei* = 1:1, *L. bulgaricus* : *L. casei* = 1:2, dan *S. thermophilus* : *L. casei* = 1:2 adalah 0,45 log cfu/g (3,37%), 0,42 (3,14%) log cfu/g, dan 0,66 log cfu/g (3,63%). Penurunan jumlah total BAL kemungkinan disebabkan oleh kondisi panas yang disemprotkan pada campuran *starter* saat proses pengeringan semprot sehingga menyebabkan kematian bakteri. Menurut Selmer-Olsen *et al*³⁰, kebanyakan bakteri probiotik tidak dapat bertahan hidup dengan baik pada suhu dan osmotik ekstrim yang terjadi selama proses *spray drying*. Jumlah *S thermophilus* dan *L. bulgaricus* pada *yoghurt* kering semprot berkisar dari 3,2x10⁸ cfu/ml hingga 1,2x10⁹ cfu/ml dan 6,4x10⁷ cfu/ml hingga 2,5x10⁸ cfu/ml³¹.

Pada proses *spray drying* dibutuhkan panas untuk menguapkan air dari bahan dalam suatu sistem, sehingga proses pengeringan ini tampaknya memiliki kelemahan jika digunakan pada produk yang sensitif terhadap pemanasan³² misalnya protein. Kailasapathy³³ menyatakan bahwa salah satu kelemahan *spray drying* adalah tingginya suhu selama proses pengeringan kurang sesuai untuk mengkapsul kultur bakteri probiotik, karena kemungkinan dapat menyebabkan denaturasi protein dalam sel bakteri. Pada studi Mauriello *et al*¹⁹, daya hidup bakteri probiotik menurun pada suhu *inlet* pengeringan *spray drying* yang semakin tinggi. Suhu *inlet* yang semakin tinggi (>120°C) menghasilkan suhu *outlet* yang lebih tinggi (>60°C) dan nyata menurunkan viabilitas bifidobakteria yang dikapsul²⁰. Demikian pula pada strain bakteri lain yang dikeringkan dengan *spray drying* dapat

kehilangan viabilitasnya pada suhu *inlet* yang lebih tinggi³⁴.

Kombinasi *S. thermophilus* : *L. casei* = 1:2 (A3) mempunyai viabilitas yang relatif rendah dibandingkan pada kombinasi lainnya. Hal ini kemungkinan karena campuran formula *starter* tersebut mempunyai pH larutan yang rendah (3-4), bakteri *S. thermophilus* tidak tahan terhadap kondisi keasaman rendah. Tingkat pH yang masih dapat ditolerir *S. thermophilus* adalah 4.2-4.3³⁵ sedangkan *L. casei* mampu hidup pada pH 3.5³⁶. Dengan demikian kemungkinan yang masih dapat bertahan dalam *starter* kering adalah *L. casei*. Tampak bahwa sebelum pengeringan, total BAL formula A3 terdeteksi paling rendah.

B. Karakteristik Dadih Susu Sapi

1. Nilai pH

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap nilai pH dadih dan kedua faktor saling berinteraksi (Tabel 1). Nilai pH dadih yang difermentasi *starter* kering A1B2 adalah paling rendah (6,05), sedangkan yang difermentasi *starter* kering A2B1 memiliki nilai pH tertinggi (6,70). Total padatan yang terdapat dalam 3g *starter* kering (6% b/v) lebih banyak dibandingkan dalam 2g (6% b/v), artinya kemungkinan ketersediaan sumber energi terutama laktosa (dari skim dan susu) untuk aktivitas BAL dalam memproduksi asam laktat lebih tinggi. Hal ini dapat mempengaruhi nilai pH dadih, semakin tinggi kadar asam laktat dalam dadih maka nilai pH menjadi rendah.

Tabel 1 menunjukkan bahwa *starter* kering dengan kombinasi *L. bulgaricus* : *L. casei* = 1:1 cenderung menghasilkan nilai pH dadih susu sapi yang paling rendah,

Tabel 1. Nilai pH dadih susu sapi menggunakan *starter* kering bakteri asam laktat
Table 1. pH of cow's milk dadih using dry starter lactic acid bacteria

Formula starter kering/ Formula of dry starter	Nilai pH/ pH value
A1B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 sebanyak 4% b/v atau 2 g) A1B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 of 4% w/v or 2 grams)	6,27 ^b
A1B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 sebanyak 6% b/v atau 3 g) A1B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 of 6% w/v or 3 grams)	6,05 ^a
A2B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 4% b/v atau 2 g) A2B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 4% w/v or 2 grams)	6,70 ^d
A2B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 6% b/v atau 3 g) A2B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 6% w/v or 3 grams)	6,42 ^{bc}
A3B1 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 4% b/v atau 2 g) A3B1 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 4% w/v or 2 grams)	6,52 ^{ad}
A3B2 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 6% b/v atau 3 g) A3B2 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 6% w/v or 3 grams)	6,49 ^c
Dadiah susu sapi dengan starter cair/ Cow's dadih using liquid starter	4,29

Keterangan/Remarks: Superskrip berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0.05)
Different superscript in the same column show the significant determination (P<0.05)

dan penggunaan jumlah *starter* kering 6% b/v (3g) pada tiap kombinasi BAL yang berbeda cenderung memiliki nilai pH lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan jumlah *starter* kering 4% b/v (2g). Interaksi yang nyata menghasilkan pH dadih susu sapi yang terendah adalah pada dadih menggunakan *starter* kering A1B2 yaitu *L. bulgaricus* : *L. casei* = 1:1 sebanyak 6% b/v atau 3g.

Nilai pH dadih hasil penelitian lebih tinggi dibandingkan nilai pH dadih susu sapi dengan *starter* cair (4,29) dan pH dadih susu kerbau dari Agam dan Solok Sumatera Barat yaitu 4,76 dan 4,80¹. Perbedaan nilai pH tersebut kemungkinan karena melemahnya kondisi BAL dalam *starter* kering karena pengeringan *spray drying* pada suhu tinggi melebihi suhu optimumnya. Saat digunakan kembali sebagai *starter*, maka aktivitas metabolisme oleh mikroba kurang optimum kemungkinan proses metabolisme diutamakan untuk memperbaiki dulu kondisinya yang lemah akibat suhu tinggi proses pengeringan. Kondisi ini mengakibatkan pembentukan asam laktat menjadi tidak optimal sehingga nilai pH terdeteksi lebih tinggi (berkisar 6,05-6,70).

2. Total Asam Tertitrasi (TAT)

Analisis ragam menunjukkan bahwa *starter* kering kombinasi BAL dan konsentrasi *starter* BAL tidak berpengaruh nyata terhadap total asam tertitrasi dadih susu sapi. Nilai TAT dadih susu sapi yang difermentasi *starter* kering BAL yang terendah adalah 0,023% terdapat pada dadih susu sapi dengan *starter* kering A2B1 dan berturut-turut semakin tinggi pada perlakuan A3B1 (0,031%), A1B1 (0,033%), A2B2 (0,035%), A1B3 (0,036%), dan sebesar 0,038% dari penggunaan *starter* kering kombinasi A3B2. Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan nilai TAT dadih susu sapi dengan *starter*

cair sebesar 0,106% dan dadih susu kerbau yaitu 1,42%². Rendahnya nilai TAT dadih susu sapi memiliki fenomena penyebab yang sama dengan nilai pH. Dalam metabolismenya, sumber energi karbon dari laktosa susu kemungkinan digunakan lebih dulu untuk *recovery* fisik mikroba yang lemah akibat pengeringan semprot dengan suhu yang melebihi suhu optimumnya. Hal ini menyebabkan produksi asam laktat menjadi rendah karena proses metabolisme kurang optimum.

3. Viskositas

Berdasarkan sidik ragam, perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap viskositas dadih susu sapi. Nilai viskositas dadih susu sapi menggunakan *starter* kering BAL berturut-turut dari yang tertinggi adalah dadih dari perlakuan A2B2 (260,0 cP), A3B2 (240,0 cP), A3B1 (233,3 cP), A2B1 (213,3 cP), A1B1 (206,7 cP), dan A1B2 (180,0 cP)

Nilai viskositas dadih cenderung berbanding terbalik dengan kadar air dadih, yaitu viskositas yang tinggi memiliki kadar air yang rendah. Viskositas menunjukkan derajat kekentalan suatu cairan atau fluida. Menurut Tunick³⁷, viskositas merupakan parameter rheologi dalam bahan pangan yang mengukur kecenderungan untuk menahan sifat alir suatu bahan. Lebih lanjut dikatakan bahwa ikatan antar protein, atau protein dengan lemak secara alami dapat mempengaruhi viskositas produk.

Viskositas dadih susu sapi penelitian berkisar antara 180-260 cP. Bila dibandingkan dengan nilai viskositas dadih susu sapi yang menggunakan 3% *starter* cair yaitu sebesar 933,3 cP, maka dadih susu sapi dengan *starter* kering mempunyai viskositas lebih rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh rendahnya produksi asam

Tabel 2. Kadar air dadih susu sapi menggunakan *starter* kering bakteri asam laktat
Table 2. Water content of cow's milk dadih using dry starter lactic acid bacteria

Formula <i>starter</i> kering/ Formula of dry starter	Kadar Air/ Water content (%)
A1B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 sebanyak 4% b/v atau 2 g) A1B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 of 4% w/v or 2 grams)	79,40 ^{cd}
A1B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 sebanyak 6% b/v atau 3 g) A1B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 of 6% w/v or 3 grams)	78,38 ^{bc}
A2B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 4% b/v atau 2 g) A2B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 4% w/v or 2 grams)	79,81 ^d
A2B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 6% b/v atau 3 g) A2B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 6% w/v or 3 grams)	77,44 ^{ab}
A3B1 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 4% b/v atau 2 g) A3B1 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 4% w/v or 2 grams)	78,63 ^c
A3B2 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 6% b/v atau 3 g) A3B2 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 6% w/v or 3 grams)	77,11 ^a
Dadiah susu sapi dengan <i>starter</i> cair/ Cow's dadih using liquid starter	83,19 - 84,50

Keterangan/Remarks: Huruf di atas nilai dalam kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0.05)
Lowercase superscript after value showed significantly different (P<0.05)

laktat pada penggunaan starter kering sehingga proses koagulasi kasein susu kurang optimum yang menyebabkan rendahnya viskositas produk.

Nilai viskositas dadih susu sapi dengan perlakuan starter kering kombinasi BAL dan konsentrasinya lebih tinggi dibandingkan dengan nilai viskositas susu sapi segar (16 cP). Hal ini menunjukkan adanya perubahan dari bahan baku (susu sapi) berupa cairan menjadi dadih yang padat. Asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi berperan dalam proses penggumpalan kasein susu sehingga meningkatkan nilai viskositas. Selain itu penambahan bahan pengisi berupa agar-agar juga dapat menyebabkan viskositas dadih susu sapi mengalami peningkatan. Untuk proses pengentalan bahan pangan cair dapat digunakan hidrokoloid, gum dan bahan polimer sintesis, misalnya jeli, agar-agar, pektin, gum arab, dan CMC³⁸.

4. Kadar Air

Berdasarkan analisis ragam, perlakuan starter kering kombinasi BAL dan konsentrasinya nyata ($P<0,05$) mempengaruhi kadar air dadih susu sapi dan kedua faktor saling berinteraksi (Tabel 2). Kadar air dadih susu sapi yang dihasilkan berkisar antara 77,11-79,81%. Nilai ini lebih rendah dibandingkan kadar air dadih susu sapi dengan starter cair (83,19-84,50%) dan kadar air dadih susu kerbau (81,79-82,40%)¹.

Berdasarkan Tabel 2, dadih yang difermentasi oleh starter kering A3B2 mempunyai kadar air yang terendah 77,11%, sedangkan perlakuan A2B1 memiliki kadar air

tertinggi (79,81%). Hal ini kemungkinan karena perlakuan A3B2 memiliki nilai TAT yang tertinggi (0,038%) sehingga lebih banyak kasein yang terkoagulasi membentuk gumpalan kompak. Semakin banyak gumpalan yang terbentuk, tampak semakin rendah kadar air dadih.

Dadiah yang difermentasi dengan konsentrasi starter kering sebanyak 6% b/v atau 3g memiliki kadar air lebih rendah dibandingkan dengan 4% b/v atau 2g. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan jumlah materi pengkapsul yang lebih banyak (3g) mengakibatkan lebih banyak total padatan (susu skim yang mengandung laktosa) yang dapat difermentasi oleh bakteri starter untuk menghasilkan asam laktat lebih banyak. Kemungkinan ion OH (hidrogen oksida) dalam molekul air terikat pada senyawa asam laktat tersebut yang berperan sebagai penggumpal kasein susu sehingga menghasilkan produk lebih kental/padat (*viscous*).

5. Total bakteri asam laktat

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa antara faktor perlakuan starter kering kombinasi BAL dan konsentrasinya tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah total BAL dadih susu sapi. Jumlah BAL sangat menentukan kelayakan dadih sebagai salah satu produk susu fermentasi. Jumlah total BAL dalam dadih susu sapi setelah difermentasi dengan starter kering kombinasi BAL lebih dari 10⁹ cfu/ml (A1B2 8,4x10⁹ cfu/ml, A3B1 2,1x10¹⁰cfu/ml; A2B2 3,4x10¹⁰ cfu/ml; A3B2 1,5x10¹¹ cfu/ml; A1B1 2,0x10¹¹ cfu/ml, dan A2B1 2,2x10¹¹ cfu/ml), sehingga dapat dikatakan bahwa produk dadih tersebut

Tabel 3. Nilai hedonik dadih susu sapi menggunakan starter kering bakteri asam laktat
Table 3. Hedonic value of cow's milk dadih using dry starter lactic acid bacteria

Formula starter kering/ Formula of dry starter	Warna/ colour	Aroma/ aroma	Rasa/ taste	Tekstur/ Texture	Tingkat penerimaan/ Level of acceptance	Nilai total/ Total Score
A1B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 sebanyak 4% b/v atau 2 g) A1B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 of 4% w/v or 2 grams)	3,60 ^a	3,80 ^a	3,10 ^a	4,20 ^a	2,90 ^a	17,6
A1B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 sebanyak 6% b/v atau 3 g) A1B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 of 6% w/v or 3 grams)	3,60 ^a	3,80 ^a	3,30 ^a	3,60 ^a	3,40 ^a	17,7
A2B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 4% b/v atau 2 g) A2B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 4% w/v or 2 grams)	3,00 ^a	2,90 ^a	2,90 ^a	3,00 ^a	2,50 ^a	14,3
A2B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 6% b/v atau 3 g) A2B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 6% w/v or 3 grams)	3,60 ^a	3,30 ^a	4,30 ^a	3,00 ^a	3,80 ^a	18,0
A3B1 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 4% b/v atau 2 g) A3B1 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 4% w/v or 2 grams)	3,60 ^a	3,30 ^a	3,40 ^a	3,60 ^a	3,90 ^a	17,8
A3B2 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 6% b/v atau 3 g) A3B2 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 6% w/v or 3 grams)	3,60 ^a	3,90 ^a	4,00 ^a	3,60 ^a	4,50 ^a	19,6

Keterangan/Remarks: Superskrip berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P<0,05$)/
Different superscript in the same column show the significance determination ($P<0,05$)

Tabel 4. Kisaran nilai untuk pembobotan
Table 4. Range of value for scoring

Kriteria Mutu Dadih/ <i>Criteria of dadih quality</i>	Nilai Mutu Dadih Susu Kerbau ¹ / <i>Quality score of buffalo's dadih ¹</i>	Kisaran Bobot Nilai/ <i>Range of score</i>
Total Asam Tertitrasi/ <i>Titration acidity (%)</i>	1,281 – 1,322	0,021 - 0,250 = 1
		0,251 - 0,480 = 2
		0,481 - 0,710 = 3
		0,711 - 0,940 = 4
		0,941 - 1,170 = 5
		1,171 - 1,400 = 6
Nilai pH/ <i>pH value</i>	4,76 – 4,80	3,21 - 3,90 = 6
		3,91 - 4,60 = 5
		4,61 - 5,30 = 4
		5,31 - 6,00 = 3
		6,01 - 6,70 = 2
		6,71 - 7,40 = 1
Kadar air / <i>Water content (%)</i>	81,79 - 82,40	74,31 - 75,70 = 1
		75,71 - 77,10 = 2
		77,11 - 78,50 = 3
		78,51 - 79,90 = 4
		79,91 - 81,30 = 5
		81,30 - 82,69 = 6
Organoleptik/ <i>Organoleptic</i>	Data hasil organoleptik (Tabel 3)/ <i>Score from organoleptic test (Table 3)</i>	0,6 - 1,4 = 1
		1,6 - 2,4 = 2
		2,5 - 3,4 = 3
		3,5 - 4,4 = 4
		4,5 - 5,4 = 5
		5,6 - 5,9 = 6

memenuhi syarat sebagai susu fermentasi yang menyehatkan. Menurut Sari ³⁹, syarat minimal jumlah bakteri dalam susu fermentasi saat dikonsumsi adalah 10⁶-10⁹ cfu/ml sehingga mampu memberi pengaruh positif bagi kesehatan.

6. Nilai hedonik

Analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan *starter* kering kombinasi BAL dan konsentrasinya tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan warna, aroma, rasa, tekstur dan penerimaan umum panelis. Hasil uji hedonik terhadap dadih susu sapi yang dibuat dengan *starter* kering kombinasi BAL disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan nilai rata-rata uji hedonik (Tabel 3), dadih yang memberikan rata-rata nilai total tertinggi (19,6) adalah dadih susu sapi yang menggunakan *starter* kering kombinasi *S. thermophilus* : *L. casei* = 1:2 sebanyak 6% b/v atau 3 g (A3B2), dengan nilai hedonik rasa dinilai pada skala 4 (suka) dan penerimaan umum dinilai pada skala 4-5 (suka - sangat suka). Dadih susu sapi dengan *starter* kering kombinasi *L. bulgaricus* : *L. casei* = 1:2 sebanyak 4% b/v atau 2 g (A2B1) cenderung tidak disukai dan menunjukkan total nilai hedonik terendah (14,3). Hedonik dadih susu sapi rata-rata dinilai 2-3 (kurang suka – netral) pada seluruh sensori yang dinilai (Tabel 3).

C. Penentuan dadih terpilih

Penentuan dadih susu sapi menggunakan *starter* kering terpilih adalah dengan membandingkan mutu dadih susu sapi dengan kriteria mutu dadih susu kerbau dari Agam dan Solok (Sumatera Barat). Hal ini didasarkan atas informasi dari masyarakat setempat bahwa dadih dari kedua wilayah tersebut telah beredar secara komersial di pasar, dikonsumsi sebagai kudapan maupun untuk keperluan dalam acara adat.

Pembobotan nilai mutu dadih susu sapi dengan *starter* kering mengacu pada sifat fisikokimia utama dadih susu kerbau komersial yang meliputi pH, total asam tertitrasi, kadar air, rasa, warna, aroma dan viskositas atau tekstur. Bobot tertinggi adalah nilai 6 yaitu dadih susu sapi dengan *starter* kering yang memiliki karakteristik paling mendekati mutu dadih susu kerbau komersial, sedangkan bobot terendah adalah 1 yaitu dadih yang memiliki karakteristik paling berbeda dengan mutu dadih susu kerbau komersial. Cara pembobotan berdasarkan kisaran nilai pada Tabel 4, sedangkan karakteristik mutu utama dadih susu sapi menggunakan *starter* kering disajikan pada Tabel 5.

Dengan mengacu pada kisaran nilai untuk pembobotan yang mengacu pada hasil penelitian Sirait¹ (Tabel 4) dan data kualitas utama dadih susu sapi

Tabel 5. Mutu dadih susu sapi menggunakan starter kering bakteri asam laktat
Table 5. Quality of cow's milk dadih using dry starter lactic acid bacteria

Formula starter kering/ Formula of dry starter	Kadar air/ Water content (%)	Total asam tertitrasi/ Titrable acidity (%)	Nilai pH/ pH value
A1B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 sebanyak 4% b/v atau 2g) A1B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 of 4% w/v or 2 grams)	79,40	0,033	6,27
A1B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 sebanyak 6% b/v atau 3 g) A1B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:1 of 6% w/v or 3 grams)	78,38	0,036	6,05
A2B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 4% b/v atau 2 g) A2B1 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 4% w/v or 2 grams)	79,81	0,023	6,69
A2B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 6% b/v atau 3 g) A2B2 (<i>L. bulgaricus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 6% w/v or 3 grams)	77,44	0,035	6,42
A3B1 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 4% b/v atau 2 g) A3B1 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 4% w/v or 2 grams)	78,63	0,031	6,52
A3B2 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 sebanyak 6% b/v atau 3 g) A3B2 (<i>S. thermophilus</i> : <i>L. casei</i> = 1:2 of 6% w/v or 3 grams)	77,11	0,038	6,49

menggunakan starter kering (Tabel 5), diperoleh nilai bobot masing-masing mutu dadih susu sapi dengan starter kering (Tabel 6). Jumlah nilai total dari penjumlahan kriteria utama produk digunakan untuk memilih dadih yang terbaik.

Berdasarkan Tabel 6 tampak bahwa perlakuan starter kering kombinasi *S. thermophilus* : *L. casei* = 1:2 sebanyak 6% b/v, atau 3 g (A3B2); dan *L. bulgaricus* : *L. casei* = 1:1 sebanyak 4% b/v atau 2 g (A1B1) memiliki jumlah bobot nilai mutu produk yang sama tinggi yaitu 22. Hasil ini belum dapat benar-benar membedakan kualitas produk yang terbaik dari kedua perlakuan tersebut, sehingga dilakukan peninjauan lebih mendalam pada kualitas sensori utama produk yaitu warna dan rasa.

Moehyi⁴⁰ menyatakan bahwa warna berperan utama dalam penampilan makanan, artinya meskipun makanan tersebut lezat bila penampilan tidak menarik saat disajikan dapat mengakibatkan hilangnya selera. Menurut deMan⁴¹, kelangsungan suatu produk untuk terus dikonsumsi adalah karena rasanya yang enak dan menimbulkan kesan bagi konsumen. Dengan memperhatikan sensori rasa dan penampilan (warna dan konsistensi dadih) dengan nilai tertinggi maka starter kering kombinasi *S. thermophilus* : *L. casei* = 1:2 sebanyak 3 g (A3B2) merupakan starter kering yang menghasilkan dadih susu sapi yang dipilih dengan karakteristik nilai TAT tertinggi (0,038%), kadar air terendah (77,11%), nilai viskositas yang baik (240,0 cP), dan total bakteri yang tinggi (1,5x10¹¹ cfu/ml).

Tabel 6. Penentuan dadih susu sapi terbaik dengan metode pembobotan
Table 6. Decision the best cow's milk dadih using ranked methods

Kriteria Uji/ Criteria of test	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2	Kisaran karakteristik dadih susu kerbau ¹ / Range of characteristics value of Buffalo's dadih ¹
Asam laktat/ Lactic acid (%)	1	1	1	1	1	1	1,281 - 1,322
Kadar Air/ Water content (%)	4	3	4	3	4	3	81,79 - 82,40
Nilai pH/ pH value	2	2	2	2	2	2	4,76 - 4,80
Rasa/ Taste	3	3	3	4	3	4	flat/tidak asam/ flat/not sour
Warna/ Colour	4	4	4	4	4	4	Putih/ white
Aroma/ Aroma	4	4	3	3	3	4	lemak susu (gurih)/ milk fat (savory)
Konsistensi/ Consistency	4	4	3	3	4	4	semi padat, kental/ semi-solid, viscous
Jumlah/amount	22	21	20	20	21	22	

D. Kadar protein dan kadar lemak dadih terpilih

Protein merupakan komponen yang sangat penting, antara lain sebagai pengemulsi, pengikat air dan lemak, dan pembentuk buih dan jel. Kadar protein dadih susu sapi terbaik adalah 4,20%. Nilai ini lebih kecil dibandingkan dadih susu kerbau (6,91-7,06%) dan lebih tinggi dibandingkan dadih susu sapi dengan *starter* cair (3,19%). Nilai protein dadih susu sapi dengan *starter* kering masih memenuhi syarat sebagai produk susu fermentasi (kisaran 4,0-6,0%)⁴².

Komponen susu lainnya adalah lemak yang merupakan salah satu komponen susu yang penting dalam mempengaruhi sifat produk antara lain *mouthfeel* dan tekstur produk susu fermentasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar lemak dadih susu sapi terbaik adalah 4,89%. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan kadar lemak susu sapi segar (3,50)⁴³. Peningkatan kadar lemak disebabkan oleh proses pemekatan sebelum difermentasi menjadi dadih. Kadar lemak dadih susu sapi lebih kecil dibandingkan dadih susu kerbau (7,98-8,17%) dan lebih tinggi dibandingkan kadar lemak dadih susu sapi dengan *starter* cair (1,83%). Kadar lemak dadih susu sapi menggunakan *starter* kering masih memenuhi syarat sebagai produk susu fermentasi (0,10-10,0%)⁴².

Berdasarkan hasil analisis beberapa parameter mutu dadih susu kerbau, secara umum dadih susu sapi penelitian ini belum memenuhi karakteristik dadih susu kerbau yang telah beredar komersial di wilayah produksi di Sumatera Barat. Hal ini tampak dari nilai pH, kadar air, dan TAT yang lebih rendah dibanding dadih susu kerbau dan dadih susu sapi dengan *starter* cair. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh faktor-faktor antara lain: (a) perbedaan bahan baku susu (kadar lemak, protein, air, total padatan), (b) kondisi terkapsulnya BAL yang terlibat dalam fermentasi sehingga mempengaruhi perbedaan lama fermentasi (10 jam), dan (c) perbedaan jenis BAL yang digunakan.

KESIMPULAN

1. *Starter* kering kombinasi bakteri asam laktat yang dibuat dengan teknik pengeringan semprot (*spray drying*) menghasilkan rendemen sebesar 8,89-12,15% dan penurunan viabilitas bakteri hingga satu siklus log.
2. Dadih susu sapi menggunakan *starter* kering bakteri asam laktat memiliki karakteristik berbeda dengan dadih susu kerbau komersial yaitu nilai pH masih tinggi (6,05-6,70), nilai TAT masih rendah (0,023-0,038%), dan kadar air rendah (77,11-79,81%), namun memiliki total bakteri yang memenuhi syarat probiotik ($8,4 \times 10^9$ -

$2,2 \times 10^{11}$ cfu/ml), dan berbeda dengan dadih susu sapi yang menggunakan *starter* cair.

3. Dadih susu sapi terbaik diperoleh dengan menggunakan *starter* kering kombinasi *Streptococcus thermophilus* : *Lactobacillus casei* = 1:2 sebanyak 6% b/v atau 3g dengan karakteristik nilai total asam tertitrasi tertinggi (0,038%), kadar air terendah (77,11%), viskositas yang baik (240,0 cP), total mikroba yang tinggi ($1,5 \times 10^{11}$ cfu/ml), kadar protein 4,2%, dan kadar lemak 4,89%, dengan tingkat kesukaan yang lebih baik terhadap sensori warna dan rasa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dr. Tatit Bunasor (Dosen pada Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor) dan Sunanto, STP (alumnus pada Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor) yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sirait CH. Pengolahan susu tradisional untuk pengembangan agroindustri persusuan di pedesaan. Laporan Penelitian. Bogor: Balai Penelitian Ternak; 1993.
2. Sugitha I Made. Dadih makanan tradisional Minang. Manfaat dan khasiatnya. Dalam Widyakarya Nasional Khasiat Makanan Tradisional. Kantor Menteri Negara Urusan Pangan RI; Jakarta. 1995. Hal 532-540.
3. Naiola E. "Dadiah", makanan tradisional Sumatera Barat. Dalam Widyakarya Nasional, Khasiat Makanan Tradisional. Kantor Menteri Negara Urusan Pangan RI; Jakarta. 1995. Hal. 537-541.
4. Ngatirah, Harmayani E, Rahayu ES, Utami T. Seleksi bakteri asam laktat sebagai agensia probiotik yang berpotensi menurunkan kolesterol. Prosiding Seminar Nasional Industri Pangan; 10-11 Oktober 2000; Surabaya. Vol 2: 63-67.
5. Pato U. Potensi bakteri asam laktat yang diisolasi dari dadih untuk menurunkan resiko penyakit kanker. Jurnal Natur Indonesia. 2003; 5(2): 162-166.
6. Hosono A, Wardoyo R, Otani H. Microbial flora in dadih, A traditional fermented milk in Indonesia. Lebensm - Wiss. Technol. 1989; 22:20-24.
7. Surono IS, Nurani D. 2001. Exploration of indigenous dadih lactic bacteria for probiotic and *starter* cultures. Domestic Research Collaboration Grant-URGE-IBRD World Bank Project 2000-2001; Research Report. January 2001.

8. Dewi P. Ketahanan hidup sel *Acetobacter xylinum* pada pengawetan secara kering-beku menggunakan medium pembawa. Biosaintifika. 2009; 1(1): 41-48.
9. Zain WNH. Karakteristik biologis granul kultur starter dengan sinbiotik terenkapsulasi untuk menghasilkan yoghurt dan dadih sinbiotik [Tesis]. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor; 2010.
10. Doleyres Y, Lacroix C. Cell immobilisation for the dairy industry [Internet]. 2011 [Diunduh 29 Oktober 2011]. Tersedia di: <http://www.nisco.ch/cellimmobilisation.htm>
11. Kim SS, Bhowmik SR. Survival of lactic acid bacteria during spray drying of plain yoghurt. J. Food Sci. 1990; 55(4):1008-1010.
12. Rybka S, Kailasapathy K. The survival of culture bacteria in fresh and freeze dried AB yoghurts. Aust. J. dairy Technol. 1995; 50(2): 51-57.
13. Sanderson WB. Developments in dehydrated milk and applied products. Milk Industry. 1977; 79(11): 23-24.
14. Dziezak JD. Microencapsulation and encapsulated ingredients. Food Technology. 1988; 42(151): 136-148.
15. Champagne CPY, Mondou RF, Julien JP. Studies on the encapsulation of *Bifidobacterium longum* cultures by spray-coating or cocrystallization. Bifidobacteria Microflora. 1995; 14:7-14.
16. Desmond CB, Ross RP, O'Callaghan E, Fitzgerald G, Stanton C. Improved survival of *Lactobacillus paracasei* NFBC 338 in spray-dried powders containing gum acacia. J. of Appl. Microbiol. 2002; 93:1003-1011.
17. Corcoran BM, Ross RP, Fitzgerald GF, Stanton C. Comparative survival of probiotic lactobacilli spray-dried in the presence of prebiotic substances. J. of Appl. Microbiol. 2004; 96:1024-1039.
18. Prajapati JB, Shah RK, Dave JM. Survival of *Lactobacillus acidophilus* in blended spray-dried acidophilus preparation. Aust. J. of Dairy Technol. 1987; 42:17-21.
19. Mauriello G, Aponte M, Andolfi R, Moschetti G, Villani F. Spray-drying of bacteriocin producing lactic acid bacteria. J. Food Prot. 1999; 62:773-777.
20. O'Riordan K, Andrews D, Buckle K, Conway P. Evaluation of microencapsulation of a *Bifidobacterium* strain with starch as an approach to prolonging viability during storage. J. Appl. Microbiol. 2001; 91:1059-1066.
21. Apriyantono A, Fardiaz D, Sedarnawati NL, Budiyo S. Analisa Pangan. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor; 1989.
22. SNI Yoghurt (SNI 01-2981- 1992.1992). Jakarta; Dewan Standardisasi Nasional; 1992.
23. Peemprasart T, Chiecwann N. Effect of fat content and preheat treatment on the apparent viscosity of coconut milk after homogenization. Journal of Food Science. 2005; 77:653-658.
24. Official methods of analysis. 14thed. Washington DC: AOAC. Arlington; 1984.
25. Fardiaz S. Mikrobiologi pangan I. Bogor: PAU. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB; 1989.
26. Soekarto ST, Hubies M. Petunjuk laboratorium metode penelitian Indrawi. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor; 1991.
27. Taufik E. Dadih susu sapi hasil fermentasi berbagai starter bakteri probiotik yang disimpan pada suhu rendah: Karakteristik Kimiawi. Media Peternakan. 2004; 27(3): 88-100.
28. Kenyon MM. Modified starch maltodextrin, and corn syrup solids as wall materials for food encapsulation. Grain Processing Corporation; Muscatine. 1995.
29. Nasution SR. Kajian aktivitas hambat pertumbuhan bakteri patogen oleh serbuk bakteriosin yang dihasilkan bakteri asam laktat galur SCG 1223 [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor; 2008.
30. Selmer-Olsen E, Sorhaug T, Birkeland SE, Pehrson R. Survival of *Lactobacillus helveticus* entrapped in Ca-alginate in relation to water content, storage and rehydration. J. of Industr. Microbiol and Biotechnol. 1999; 23: 79-85.
31. Bielecka M, Majkowska A. Survival of synergistic sets of *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* during spray drying of yoghurt. Di dalam: Kumar P, Mishra HN. Yoghurt powder – A review of process technology, storage and utilization. Food and Bioproducts Processing. 2004; 82(C2):133-142.
32. Risch SJ. Encapsulation and controlled release of food ingredients. Washington DC: American Chemical Society; 1995.
33. Kailasapathy K. Microencapsulation of probiotic bacteria: Technology and potential applications. Microencapsulation of Probiotic Bacteria. 2002; 3: 39-48.
34. Gardiner GE, O'Sullivan E, Kelly J, Auty MAE, Fitzgerald GF, Collins JK, Ross RP, Stanton C. Comparative survival rates of human-derived probiotic *Lactobacillus paracasei* and *L. salivarius* strains during heat treatment and spray drying. Appl. Environ. Microbiol. 2000; 66: 2605-2612.

35. Walstra P, Wouters JTM, Geurts TJ. Dairy Science and Technology. 2nd Ed. USA: CRC Press; 1999.
36. Widodo. Bioteknologi industri susu. Di dalam: Maryam S. Nilai pH, keasaman, kadar karbohidrat dan sifat organoleptik susu fermentasi dengan "Starter" *Lactobacillus brevis* dan *Lactobacillus casei* pada perbedaan lama inkubasi [Skripsi]. Semarang: Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro; 2005.
37. Tunick MH. Symposium: Dairy milk products rheology. Rheology of dairy foods that gel stretch and fracture. J. Dairy Science. 2000; 83:1892-1898.
38. Prasasto, S. Bahan tambahan makanan [Internet]. 2008 [Diunduh 30 Januari 2009]. Tersedia di : <http://prasasto.blogspot.com/2008/09/bahan-tambahan-makanan-btm.html>
39. Sari NK. Tren dan potensi susu fermentasi. Majalah Food Review Indonesia. Maret 2007; Vol. II-No. 3
40. Moehyi S. Penyelenggaraan makanan institusi dan jasa boga. Jakarta: Bharata; 1992.
41. deMan JM. Kimia makanan. Terjemahan Padmawinata K. Bandung: Penerbit ITB; 1989.
42. Oberman H, Lidbuzisz. Fermented milks. Di dalam: Wood BJB, editor. Microbiology of Fermented Foods. 2nd Ed. London: Blackie Academic and Professional, an Imprint of Thomson Science 2-6 Boundary Row; 1985. Pp. 308-345.
43. Bylund G. Dairy processing handbook. Sweden: Tetra Pak Processing Systems AB; 1995.