

KARAKTERISTIK MINUMAN *WHEY* YANG DIFERMENTASIKAN DENGAN BAKTERI ASAM LAKTAT INDIGENUS ASAL DANGKE

[Characteristics of Whey Drink Fermented by Indigenous Lactic Acid Bacteria from Dangke]

Setiawan Putra Syah^{1,2)*}, Cece Sumantri³⁾, Irma Isnafia Arief³⁾, dan Epi Taufik³⁾

¹⁾ Program Studi Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan Pascasarjana Departemen, Institut Pertanian Bogor, Bogor

²⁾ Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat, Majene

³⁾ Departmen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Diteima 02 Agustus 2017 / Disetujui 05 Desember 2017

ABSTRACT

*Whey from the dangke processing center in Enrekang district, South Sulawesi, is the main by-product which can contribute to environmental pollution. On the other hand, the nutritional content of whey is highly potential to be developed into high value food products and provide functional benefits. Whey processing into a fermented drink is one of the easy and inexpensive alternatives with good prospect to be developed. The aim of this study was to investigate the microbial, physical, chemical and sensory characteristics of the whey drink fermented (FWD) by probiotic lactic acid bacteria (LAB) isolated from dangke. The LAB strain used were *Lactobacillus fermentum* strains B323K, C113L, A323L, C222L, and B111K. The results showed that the LAB strains grew well the whey medium and the viability met the standard of dairy fermented product. FWD have similar pH, % titratable acidity, and a_w characteristics in all fermentation treatments with LAB strains from dangke, however to adjust the pH and acidity level of FWD to the yoghurt standard (pH 4.4 and %TAT 0.9–1.2%), the FWD fermentation must be stopped at the 20th hour. Changes in the level of moisture, ash, and carbohydrate contents of FWD occurred after the fermentation. The sensory quality tests showed that the FWD fermented by LAB strains from dangke was preferred by the panelists than the unfermented one (Whey + 8% sucrose).*

Keywords: dangke, fermentation, fermented whey drink, lactic acid bacteria

ABSTRAK

*Whey yang merupakan produk sampingan utama (by-product) dari pembuatan dangke di Kabupaten Enrekang dapat memberikan kontribusi terhadap pencemaran lingkungan. Di satu sisi, tingginya kandungan gizi di dalam whey sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi produk pangan yang bernilai tinggi dan memberikan manfaat fungsional. Pengolahan whey menjadi minuman fermentasi merupakan salah satu upaya yang mudah, murah dan memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji karakteristik mikrobiologi, fisik, kimiawi dan sensori produk Minuman Whey Fermentasi (MWF) yang diproduksi dari bahan baku whey dangke yang difermentasi menggunakan BAL asal dangke. Strain BAL yang digunakan adalah *Lactobacillus fermentum* strain B323K, C113L, A323L, C222L, dan B111K. Hasil penelitian menunjukkan bahwa BAL memiliki pertumbuhan yang sangat baik di dalam media whey dengan jumlah populasi yang telah memenuhi dan sesuai dengan standar produk susu fermentasi. Kadar keasaman MWF meningkat seiring dengan lamanya waktu fermentasi ditandai dengan peningkatan % Total Asam Tertitrasi (%TAT) dan penurunan nilai pH dan a_w . Terjadi perubahan nilai persen kadar air, abu, dan karbohidrat (KH) MWF setelah fermentasi. Uji kualitas sensori memperlihatkan bahwa MWF yang difermentasi menggunakan isolat BAL indigenus dangke lebih disukai oleh panelis dibandingkan dengan control tanpa fermentasi (whey + 8% sukrosa).*

Kata kunci: bakteri asam laktat, dangke, fermentasi, minuman whey fermentasi

PENDAHULUAN

Satu di antara banyaknya kearifan lokal yang ada di Sulawesi Selatan yang perlu dipertahankan

adalah “Dangke”. Dangke adalah produk olahan susu tradisional sejenis keju tanpa pemeraman yang dibuat oleh masyarakat di Kabupaten Enrekang, Provinsi Sulawesi Selatan. Peningkatan jumlah usaha pengolahan dangke susu sapi di Kabupaten Enrekang belum ditunjang dengan upaya perbaikan aspek proses pengolahan yang baik dan sesuai

*Penulis Korespondensi:
E-mail: setiawanputrasyah@student.ipb.ac.id

dengan standar proses pengolahan produk-produk olahan susu. Kegiatan produksi dangke di Kabupaten Enrekang dapat memberikan kontribusi terhadap masalah lingkungan, terutama terhadap limbah *whey* yang dihasilkan. *Whey* merupakan produk sampingan utama (*by-product*) dari pembuatan keju/dangke. Sebanyak 85–90% dari volume susu adalah *whey* dan mengandung sekitar 55% dari total nutrisi susu. Nutrisi yang paling banyak diantaranya adalah laktosa (4,5–5,0%, b/v) (Shi *et al.*, 2012), protein terlarut (0,6–0,8%, b/v), lemak, dan garam-garam mineral (Londero *et al.*, 2011). Menurut Magalhães *et al.* (2010) *whey* dapat menjadi masalah lingkungan yang dianggap penting karena tingginya volume produksi yang dihasilkan dan kandungan bahan organik yang tinggi dengan kadar *chemical oxygen demand* (COD) sekitar 60.000–80.000 ppm.

Pemanfaatan Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam proses fermentasi merupakan salah satu upaya yang murah, mudah serta dapat dilakukan untuk memperkaya dan memberi nilai tambah pada *whey*. Proses fermentasi dengan bakteri asam laktat akan menghasilkan produk yang bernilai gizi tinggi, dan memiliki fungsi kesehatan (probiotik), dengan cita rasa produk yang khas (Legarová dan Kouřimská, 2010; Pescuma *et al.*, 2010). Menurut FAO dan WHO (2007) probiotik didefinisikan sebagai “mikro-organisme hidup” dimana ketika dikonsumsi dalam jumlah yang memadai akan memberikan *health benefit* kepada inang. Oleh karena fungsinya sebagai probiotik dimana diantaranya yaitu: dapat memproduksi senyawa antimikroba (Iranmanesh *et al.*, 2014), menurunkan kolestrol serum (Singh *et al.*, 2014), pencegahan “*lactose intolerance*”, stabilisasi mikroflora usus, aktivitas antioksidan, *anticancer* dan antitumor (Haghshenas *et al.*, 2014), maka dewasa ini BAL probiotik telah menjadi suatu objek kajian pengembangan yang menarik bagi industri makanan dan penelitian internasional. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi produk minuman *whey* fermentasi yang diproduksi dari bahan baku *whey* dangke serta mempelajari karakteristik minuman *whey* fermentasi yang difermentasi menggunakan BAL indigenus asal dangke.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan penelitian untuk produksi minuman *whey* fermentasi adalah bahan baku *whey* dangke diperoleh dari *whey* hasil pembuatan dangke dari penelitian Mukhlisah *et al.* (2017), strain BAL indigenus isolat dangke dan sukrosa (gula pasir).

Persiapan strain BAL indigenus asal dangke

Penelitian ini menggunakan 5 strain BAL yaitu *L. fermentum* strain A323L, B111K, B323K, C113L,

dan C222L merupakan BAL indigenus yang diperoleh dengan isolasi BAL dari dangke (Syah *et al.*, 2017). Kelima strain BAL dikultur pada media MRS (Merck, Germany). Peremajaan kultur dilakukan pada media MRS *broth* 9 mL yang ditambahkan 1% kultur BAL dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Kultur kerja kemudian dibuat dengan memasukkan 1 mL kultur segar ke dalam 9 mL susu steril, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Jumlah dan viabilitas BAL ditentukan dengan metode *pour plate* (metode tuang) pada cawan dengan media MRS agar yang dihitung berdasarkan *standar plate count* (SPC).

Pembuatan minuman *whey* fermentasi (MWF)

Whey limbah dari pembuatan dangke dikumpulkan dalam wadah. Mula-mula *whey* disaring dengan saringan ukuran 100 mesh untuk menghilangkan padatan (*curd*) yang masih tersisa pada *whey*. *Whey* kemudian dipanaskan dan ditambahkan sukrosa 8% (b/v) sambil diaduk selama 5 menit pada suhu 70°C diatas kompor gas menggunakan thermometer (Yenaco, China). *Whey* kemudian disterilisasi menggunakan autoclave (Tomy Es- 315 High Pressure Steam Sterilizer, Japan) pada suhu pemanasan 115°C selama 15 menit. *Whey* didinginkan kemudian diinokulasikan 3% (v/v) BAL indigenus isolat dangke dengan konsentrasi bakteri 10⁸ CFU/mL, lalu fermentasi pada suhu 37°C selama 12 jam di dalam inkubator (Memmert Incubator Oven INB200, Germany).

Pertumbuhan BAL pada MWF

MWF yang telah difermentasikan diukur pertumbuhan BAL-nya setiap 3 jam selama 32 jam untuk melihat kurva pertumbuhan BAL. Jumlah populasi BAL diukur menggunakan spektrofotometer (Agilent 8453 UV-Visible Spectrophotometer, US) dengan panjang gelombang 600 nm (OD₆₀₀). Penentuan jumlah Populasi BAL menggunakan metode turbidimetri (Iswadi 2017). Korelasi antara nilai OD dengan populasi bakteri hasil pemupukan (dengan metode *pour plate*), dibuatkan kurva standar yang merupakan suatu kurva untuk menghitung jumlah sel bakteri secara tidak langsung dengan meregresikan nilai OD ke dalam persamaan garis kurva standar.

$$y = ax + b$$

di mana, y = jumlah koloni, dan x = besarnya OD, sehingga diperoleh persamaan linier $y = 0,02704x + 0,774$ dengan nilai R² 0,92433. Semakin tinggi nilai OD maka jumlah populasi bakteri juga akan semakin meningkat.

Pengujian sifat fisik dan kimiawi MWF

Pengujian fisik dan kimiawi MWF dilakukan pada produk minuman *whey* dengan formulasi

sebagai berikut: *whey* tanpa sukrosa (WTS), *Whey* dengan penambahan sukrosa 8% (WDS), serta *whey* dengan penambahan sukrosa 8% lalu difermentasi dengan BAL strain B323K (WDS + *L. fermentum* strain B323K), strain C113L (WDS + *L. fermentum* strain C113L), strain A323L (WDS + *L. fermentum* strain A323L), strain C222L (WDS + *L. fermentum* strain C222L), dan strain B111K (WDS + *L. fermentum* strain B111K). Pengujian kimiawi meliputi kadar air, protein, lemak, karbohidrat (KH) dan abu dengan metode Kjeldhal, dan pengujian fisik meliputi nilai pH diuji dengan pH meter (Schott® Instruments Lab 850, Germany), dan total asam laktat dengan metode titrasi (%TAT), serta aktivitas air (a_w) dengan a_w meter (Novasina ms1 set- a_w , Switserland) (AOAC, 2005).

Pengujian sensori MWF (Setyaningsih et al., 2010)

Pengujian organoleptik sampel MWF menggunakan panelis agak terlatih sebanyak 25 orang. Uji ini mengukur persepsi panelis terhadap produk yang meliputi uji hedonik (kesukaan) dan uji mutu hedonik. Pengujian dilakukan dengan memberikan nilai terhadap atribut warna, aroma, dan rasa dengan rentang antara 1–7. Setiap sampel diberi kode tiga angka secara acak dengan kode yang diberikan berbeda untuk tiap-tiap sampel. Panelis diminta untuk menentukan persepsi mereka pada tiap sampel produk MWF dengan tidak membandingkan antar sampel.

Pengolahan dan analisis data

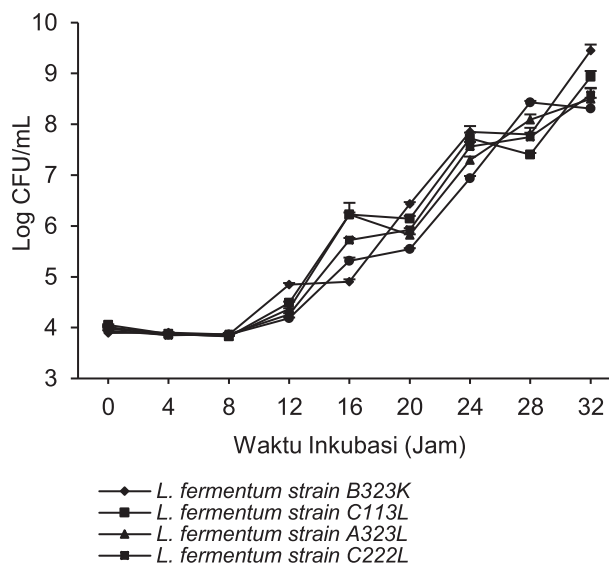
Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA. Jika hasil berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Tukey. Pengujian sensori dianalisis menggunakan uji non-parametrik Kruskal-Wallis one way ANOVA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan BAL probiotik pada MWF

Pada Gambar 1, terlihat bahwa populasi masing-masing strain meningkat seiring dengan lamanya waktu inkubasi. Perbedaan pertumbuhan BAL yang nyata ($P < 0,05$) diantara strain terlihat pada inkubasi jam ke-12 sampai ke-24. Pada saat inkubasi selama 12 jam, pertumbuhan tertinggi ditunjukkan oleh strain B323K dengan jumlah BAL sebesar 4,85 log CFU/mL, dan ketika diinkubasi selama 24 jam, pertumbuhan tertinggi ditunjukkan oleh 3 strain yaitu B323K, C113L, dan C222L dengan nilai berturut-turut adalah 7,85; 7,72; dan 7,56 log CFU/mL. Lebih lanjut, pada inkubasi ke-32 jam jumlah populasi BAL semakin meningkat,

namun tidak ada perbedaan jumlah populasi diantara semua strain ($P > 0,05$), dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 8,75 log CFU/mL. Hal ini memperlihatkan bahwa, semua strain yang ditumbuhkan memiliki kemampuan pertumbuhan yang baik pada minuman *whey* + 8% sukrosa.



Gambar 1. Pertumbuhan BAL pada MWF

Fase pertumbuhan strain BAL pada media *whey* dangke meliputi fase *lag* yang terjadi pada jam ke-0 sampai jam ke-8. Hal ini menunjukkan bahwa fase *lag* strain BAL berlangsung cukup lama pada media *whey*. Pada fase *lag* ini populasi strain BAL belum meningkat secara nyata disebabkan karena BAL baru saja menyesuaikan diri atau beradaptasi dengan medium yang baru. fase logaritmik (eksponensial) terlihat pada jam ke-8 sampai ke-24 yang ditandai dengan meningkatnya jumlah populasi BAL secara signifikan. Puspawati et al. (2010) menyatakan bahwa pada fase logaritmik konsentrasi seluler akan meningkat sehingga massa sel menjadi dua kali lipat dengan laju yang sama dimana sel akan mengalami pembelahan dengan laju yang konstan. Pada bakteri asam laktat, fase logaritmik biasanya dicapai pada inkubasi jam ke-18 sampai ke-24 tergantung pada media dan strain BAL (Yuliana, 2012). Semua strain BAL yang digunakan telah memasuki fase stasioner pada inkubasi jam ke-24 sampai ke-32. Pada fase stasioner, jumlah strain BAL yang mati seimbang dengan yang bertumbuh, sehingga grafik pertumbuhan cenderung datar. Puspawati et al. (2010) menyatakan bahwa konsentrasi biomassa menjadi maksimal, jumlah sel cenderung stabil, terjadi modifikasi struktur sel bakteri, dan pertumbuhan terhenti ketika memasuki fase stasioner. Berdasarkan pola pertumbuhan strain BAL pada minuman *whey* dangke fermentasi, dapat

diketahui bahwa kelima strain BAL yang digunakan memiliki pola pertumbuhan yang serupa.

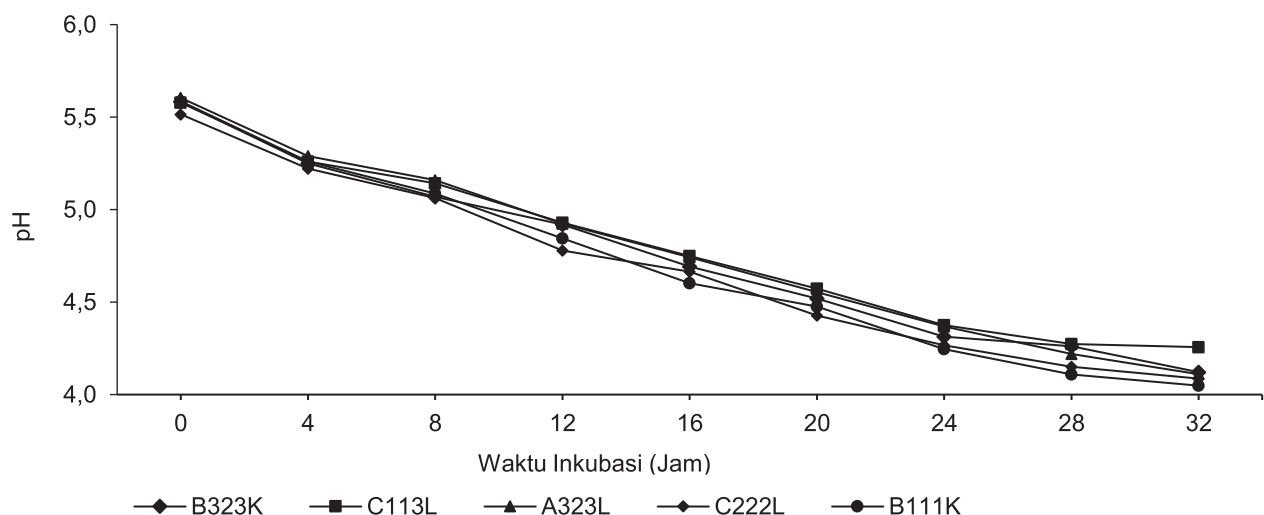
Jumlah populasi BAL pada semua perlakuan, telah memenuhi batas minimum jumlah bakteri asam laktat yang harus ada di dalam produk susu fermentasi, yaitu dengan kisaran jumlah minimum 10^6 – 10^7 CFU/mL (6–7 log CFU/mL). Standar Codex untuk produk susu fermentasi (Codex, 2003) menyebutkan bahwa minimum jumlah bakteri yang harus dicapai dalam segi kelayakan, aktivitas, dan populasi dalam produk susu fermentasi hingga dikonsumsi yaitu sebesar 10^6 CFU/mL (Codex, 2003). Lebih lanjut, Karimi *et al.* (2011) menyatakan bahwa standar minimum jumlah probiotik yang harus ada di dalam minuman probiotik adalah 10^6 CFU/mL atau 6 log CFU/mL.

Karakteristik fisik MWF

Selama fermentasi, pH MWF mengalami penurunan dengan kisaran rata-rata antara 5,57–4,12 setelah inkubasi selama 32 jam (Gambar 2). Tidak terdapat perbedaan yang nyata ($P>0,05$) diantara perlakuan pemberian strain BAL pada inkubasi jam ke-0. Kemudian, pada inkubasi jam ke-4 perbedaan yang nyata ($P<0,05$) terlihat diantara perlakuan penggunaan strain BAL dan berlanjut sampai inkubasi jam ke-32. Penurunan nilai pH terendah diantara strain ditunjukkan oleh *L. fermentum* strain B111K yaitu pH 5,58 jam ke-0 menjadi pH 4,05 setelah 32 jam inkubasi, sedangkan nilai pH tertinggi ditunjukkan oleh *L. fermentum* strain C113L dengan nilai pH awal 5,58 jam ke-0 menjadi pH 4,26 pada inkubasi jam ke-32. Pada inkubasi jam ke-32, *L. fermentum* strain B111K memperlihatkan perbedaan

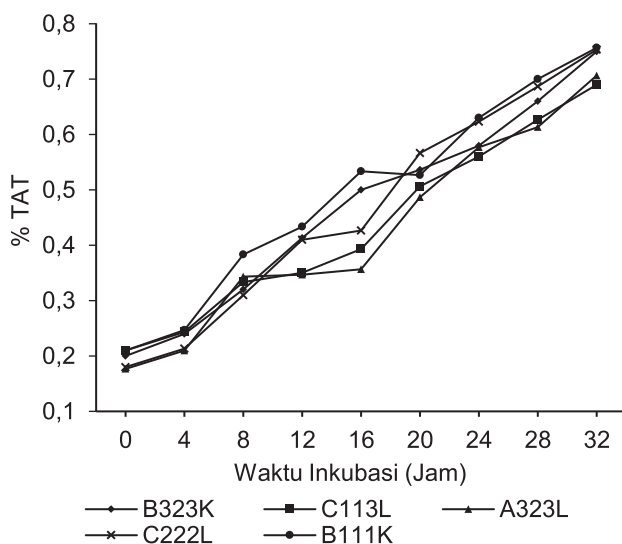
pH yang nyata lebih rendah ($P<0,05$) dibandingkan dengan *L. fermentum* strain C113L, namun tidak berbeda nyata ($P>0,05$) jika dibandingkan dengan strain yang lainnya. Nilai %TAT MWF meningkat selama proses fermentasi berlangsung. Pada semua perlakuan strain BAL, nilai %TAT meningkat seiring dengan lamanya waktu inkubasi dengan kisaran rata-rata antara 0,20–0,73%. Perbedaan nilai %TAT yang nyata ($P<0,05$) antara perlakuan terlihat pada inkubasi jam ke-12, jam ke-20, dan jam ke-28. Pada jam ke-12, nilai %TAT tertinggi diperlihatkan oleh perlakuan dengan *L. fermentum* strain B111K yaitu 0,43%, sedangkan pada jam ke-20 nilai %TAT tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan dengan *L. fermentum* strain B323K. Selanjutnya, pada jam ke-28, nilai %TAT semakin meningkat dengan nilai tertinggi yaitu sebesar 0,70% yang ditunjukkan oleh *L. fermentum* strain B111K.

Menurut Mani-López *et al.* (2014), penurunan nilai pH yang disertai dengan peningkatan nilai keasaman pada produk fermentasi dapat dikaitkan dengan produk metabolit dari aktivitas mikroorganisme. Proses fermentasi yang melibatkan BAL memiliki ciri khas yaitu terakumulasinya metabolit sekunder yang berupa asam organik yang dihasilkan selama proses fermentasi berlangsung, yang disertai dengan penurunan nilai pH. Menurut Holzapfel dan Wood (2012) BAL ditentukan berdasarkan pembentukan asam laktat sebagai produk akhir tunggal atau utama dari metabolisme karbohidrat dari produk pangan.



Gambar 2. Nilai pH MWF

Jenis dan jumlah asam organik yang dihasilkan tergantung pada spesies BAL, komposisi kultur, dan kondisi pertumbuhannya. Pada penelitian ini, penurunan nilai pH yang disertai peningkatan produksi asam organik yang ditunjukkan dengan peningkatan nilai %TAT pada MWF selama proses fermentasi (Gambar 3), disebabkan oleh karena adanya aktivitas pertumbuhan strain BAL di dalam whey selama inkubasi. Hal ini sejalan dengan hasil yang diperoleh pada Gambar 1, bahwa seiring dengan lamanya waktu inkubasi populasi BAL probiotik terlihat semakin meningkat. BAL probiotik yang berkembang akan memecah laktosa whey dan sukrosa, yang ditambahkan di dalam MWF, menghasilkan metabolit sekunder berupa asam-asam organik sehingga menyebabkan penurunan nilai pH dan peningkatan nilai %TAT MWF. Shiby dan Mishra (2013) mengemukakan bahwa salah satu sifat fungsional terpenting yang dimiliki oleh semua BAL adalah kemampuannya dalam mengubah laktosa dan berbagai karbohidrat lainnya menjadi produk akhir utama berupa asam laktat melalui proses fermentasi.



Gambar 3. Nilai %TAT MWF

Aryana *et al.* (2007) memperoleh nilai pH antara 4,59–4,51 setelah penyimpanan selama 24 jam pada yoghurt plain dengan penambahan insulin, serta dapat mencapai nilai pH antara 4,55–4,31 pada penyimpanan *refrigerator* suhu 4°C selama 22 hari. Batista *et al.* (2015) melaporkan bahwa yoghurt probiotik yang mengandung glukosa oksidase memiliki pH antara 4,17–4,21 selama penyimpanan 30 hari di *refrigerator* 5°C. Ribeiro *et al.* (2014) memperoleh nilai pH 4,34 dan 4,30 dengan nilai persen asam laktat 0,80 dan 0,75% pada akhir masa penyimpanan sampel yoghurt pada penyimpanan *refrigerator* 5°C yang difermentasikan dengan BAL

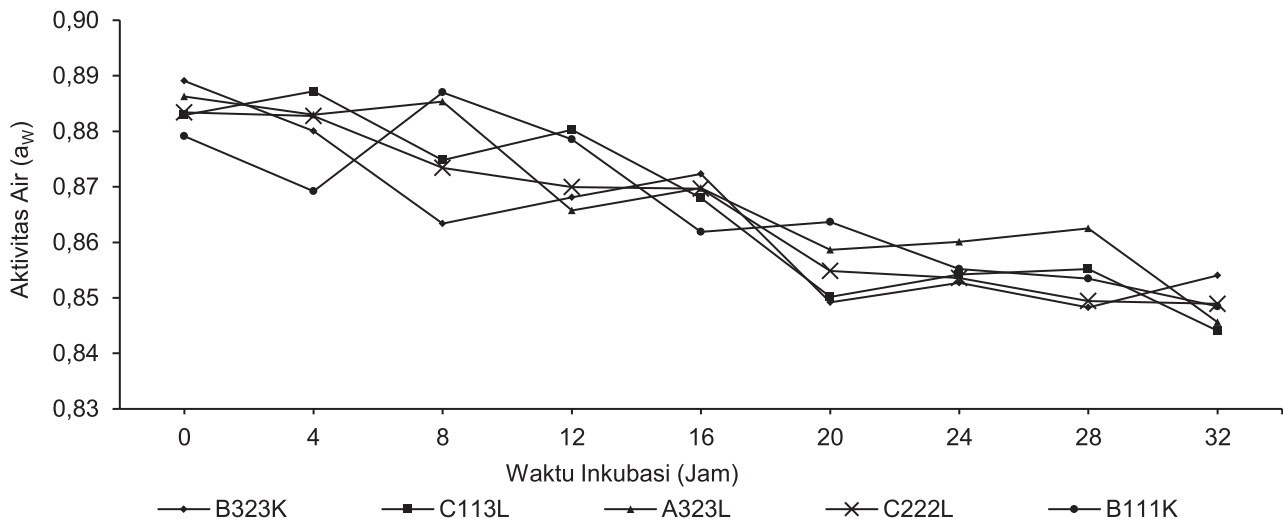
L. achidophilus LA-5. Menurut Surono (2004) standar pH produk yoghurt adalah 4,4 dengan kadar %TAT mencapai 0,9–1,2%. Oleh karena itu, pada penelitian ini, untuk memenuhi standar pH dan %TAT produk, maka proses fermentasi MWF harus dihentikan pada jam ke-20 karena telah mencapai rata-rata nilai pH 4,51 dan rata-rata nilai %TAT sebesar 0,52%.

Pada Gambar 4, nilai aktivitas air (a_w) MWF pada semua perlakuan mengalami penurunan seiring dengan lamanya waktu fermentasi. Terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) diantara penggunaan strain BAL pada inkubasi jam ke-4 sampai inkubasi jam ke-32, kecuali pada inkubasi ke-0 tidak terdapat perbedaan yang nyata ($P > 0,05$) diantara penggunaan strain BAL. Rata-rata penurunan nilai a_w adalah dari 0,88 pada inkubasi jam ke-0, lalu turun menjadi 0,85 pada inkubasi jam ke-32, dimana nilai a_w terendah ditunjukkan oleh *L. fermentum* strain C113L (0,84). Aktivitas air (a_w) sering juga disebut air bebas, karena mampu membantu aktivitas pertumbuhan mikroba dan aktivitas reaksi-reaksi kimiawi pada bahan pangan. Penurunan nilai a_w MWF selama masa inkubasi kemungkinan besar disebabkan oleh karena kandungan air bebas dalam MWF digunakan oleh BAL dalam proses metabolisme pada proses pertumbuhan dan perbanyakan sel sehingga kandungan air bebasnya semakin berkurang selama proses fermentasi berlangsung. Rahayu dan Nurwitri (2012) menyatakan bahwa air bebas dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroba, terutama untuk proses metabolisme seperti transportasi nutrisi, sebagai media untuk reaksi enzimatik, sintesis komponen seluler, dan digunakan dalam reaksi biokimia lain seperti hidrolisis polimer.

Sejalan dengan hasil penelitian ini, beberapa peneliti melaporkan bahwa pengaruh penurunan nilai a_w pada metabolisme subtrak dan pembentukan produk metabolit oleh bakteri asam laktat. Troller dan Stinson (1981) melaporkan bahwa pada produksi optimal asam laktat oleh bakteri asam laktat disertai dengan penurunan nilai a_w yang signifikan yang sejalan dengan kemampuan penghambatan pertumbuhan oleh bakteri asam laktat, begitupula dengan produksi diasetil oleh beberapa bakteri asam laktat, meningkat seiring dengan penurunan nilai a_w . Li *et al.* (2011) menyatakan bahwa penurunan level a_w dapat menghambat pertumbuhan bakteri, khamir, dan kapang pada produk pangan.

Karakteristik kimiawi MWF

Pada Tabel 1, terlihat bahwa tidak ada perbedaan yang nyata ($P > 0,05$) di antara perlakuan terhadap nilai kadar air, lemak dan protein MWF yang diuji. Perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) hanya terlihat pada kadar abu dan karbohidrat (KH).

Gambar 4. Nilai a_w MWF

Tabel 1. Karakteristik kimiawi (proksimat) MWF

Sampel	Variabel				
	Air	Abu	Lemak (%)	Protein	KH
WTS	92,97±0,04 ^a	0,94±0,03 ^{ab}	0,49±0,04	0,60±0,22	5,00±0,27 ^b
WDS	88,60±0,10 ^b	0,97±0,01 ^a	0,61±0,32	0,52±0,33	9,29±0,36 ^a
WDS + <i>L. fermentum</i> strain B323K	88,61±0,15 ^b	0,93±0,03 ^{ab}	0,68±0,28	0,50±0,23	9,28±0,04 ^c
WDS + <i>L. fermentum</i> strain C113L	88,82±0,06 ^b	0,93±0,02 ^{ab}	0,76±0,04	0,45±0,08	9,04±0,10 ^c
WDS + <i>L. fermentum</i> strain A323L	88,74±0,06 ^b	0,93±0,02 ^{ab}	0,72±0,06	0,45±0,05	9,16±0,07 ^c
WDS + <i>L. fermentum</i> strain C222L	88,76±0,20 ^b	0,93±0,02 ^{ab}	0,61±0,03	0,43±0,12	9,27±0,28 ^c
WDS + <i>L. fermentum</i> strain B111K	88,79±0,02 ^b	0,92±0,01 ^b	0,71±0,27	0,50±0,04	9,09±0,22 ^c
Rata-rata	89,33±1,16	0,94±0,02	0,65±0,09	0,49±0,06	8,59±1,59

Keterangan: Whey tanpa sukrosa (WTS), Whey dengan sukrosa (WDS) 8%, Karbohidrat (KH). Huruf superskrip pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Pada variabel kadar air, tidak terlihat perbedaan yang nyata ($P > 0,05$) di antara perlakuan penggunaan strain BAL dan WDS. Namun, kadar air pada semua perlakuan penggunaan strain BAL dan WDS berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan kadar air pada perlakuan WTS. Sejalan dengan hasil persen kadar air, terlihat bahwa persen KH whey mengalami peningkatan yang nyata ($P < 0,05$) setelah pemberian sukrosa (WDS). Akan tetapi, nilai persen KH pada MWF, dengan pemberian strain BAL, nyata lebih rendah ($P < 0,05$) dari perlakuan WDS. Begitu pula dengan persen kadar abu, pemberian sukrosa meningkatkan persen kadar abu pada WDS, akan tetapi kemudian mengalami penurunan setelah fermentasi oleh BAL, namun tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata diantara perlakuan pemberian strain BAL, dengan persen kadar abu terendah ditunjukkan oleh *L. fermentum* strain B111K yaitu 0,92%.

Peningkatan persen KH dan abu pada WDS disebabkan karena adanya penambahan sukrosa sebesar 8% pada produk. Sedangkan, penurunan persen KH, disebabkan karena adanya aktivitas dari BAL probiotik yang ditambahkan. Selama proses

fermentasi BAL akan memanfaatkan sumber karbohidrat whey yang berupa laktosa, yang secara alami terkandung di dalam whey, serta sukrosa yang ditambahkan pada MWF. Laktosa dan sukrosa akan dimanfaatkan oleh BAL sebagai sumber KH dalam proses fermentasi pada masa inkubasi. Laktosa dan sukrosa yang berupa disakarida akan dipecah menjadi dua molekul monosakarida. Laktosa akan dipecah menjadi glukosa dan galaktosa, sedangkan sukrosa akan dipecah menjadi glukosa dan fruktosa. Glukosa, galaktosa, dan fruktosa ini akan dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan BAL. Holzapfel dan Wood (2012) menyatakan bahwa pada fermentasi BAL homofermentatif menggunakan jalur Embden Meyerhoff Parnas (EMP), glukosa dimetabolisme menjadi piruvat yang kemudian akan direduksi menjadi asam laktat dengan melibatkan enzim *lactate dehidrogenase* menggunakan kelebihan NADH. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pescuma *et al.* (2008) yang melakukan penelitian menggunakan BAL termofilik untuk fermentasi whey. Mereka melaporkan bahwa, nilai karbohidrat whey (kadar laktosa/disakarida) mengalami penurunan, sedang-

kan kadar galaktosanya (monasakarida) mengalami peningkatan selama fermentasi berlangsung.

Sejalan dengan penurunan nilai KH, penurunan kadar abu kemungkinan disebabkan oleh peluruhan mineral terlarut dari sukrosa selama proses fermentasi berlangsung. Hasil penelitian ini terkait dengan penelitian yang dilakukan oleh Igbabul *et al.* (2014). Mereka melaporkan bahwa penurunan kadar abu dari produk fermentasi disebabkan oleh peluruhan mineral terlarut selama priode fermentasi yang kemungkinan besar digunakan oleh bakteri fermentasi untuk proses metabolisme. Lebih lanjut mereka menambahkan bahwa penurunan karbohidrat dapat dikaitkan dengan korversi oligosakarida menjadi gula sederhana atau pemanfaatan nutrisi karbohidrat sebagai sumber energi oleh mikroorganisme fermentasi untuk pertumbuhan dan metabolisme.

Kualitas sensori MWF

Berdasarkan hasil uji hedonik (Tabel 2), terlihat bahwa terdapat perbedaan yang nyata ($P<0,05$) terhadap warna, aroma dan rasa MWF menggunakan 5 jenis strain BAL dibandingkan dengan kontrol (*Whey* + 8% sukrosa). Namun, tidak terdapat perbedaan yang nyata ($P<0,05$) diantara perlakuan pemberian strain BAL baik pada atribut warna, rasa, maupun aromanya. MWF yang telah difermentasi dengan strain BAL lebih disukai jika dibandingkan dengan kontrol. MWF yang sebelumnya kurang disukai oleh panelis dengan nilai warna 4,2 (biasa saja), aroma 3,9 (biasa saja), dan rasa 4,1 (biasa saja), kemudian menjadi lebih baik setelah difermentasi menggunakan strain BAL dengan nilai warna 4,9–5,2 (agak suka), aroma 4,5–5,1 (agak suka), dan rasa 4,7–5,1 (agak suka).

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa fermentasi *whey* dengan strain BAL dapat meningkatkan daya terima panelis terhadap produk MWF yang diuji. Allgeyer *et al.* (2010) melaporkan bahwa yoghurt drink yang ditambahkan prebiotik dan strain BAL probiotik memberikan hasil yang signifikan lebih baik pada atribut aroma, rasa manis, asam, *mouth-feel*, dan viskositas dibandingkan dengan kontrol. Lebih lanjut, Krasaekoopt dan Kitsawad (2010) menyatakan bahwa penambahan strain BAL pada jus buah memperbaiki kualitas sensori produk. Akan tetapi hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Rahman *et al.* (2012) yang melaporkan bahwa produk susu fermentasi kering dengan strain BAL tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap atribut warna aroma, dan rasa produk susu fermentasi yang diuji. Berbeda dengan uji hedonik, uji mutu hedonik dilakukan untuk melihat kesan tentang baik buruknya produk yang diujikan, bukan menyatakan kesan suka atau tidak suka terhadap suatu produk (Setyaningsih *et al.*, 2010).

Tabel 2. Hasil uji hedonik MWF

Strain BAL	Variabel Hedonik		
	Warna*	Aroma*	Rasa*
<i>L. fermentum</i> strain B323K	5,2±1,0 ^a	4,5±1,8 ^a	4,7±1,6 ^a
<i>L. fermentum</i> strain C113L	5,1±1,3 ^a	5,1±1,2 ^a	4,9±1,3 ^a
<i>L. fermentum</i> strain A323L	5,0±1,3 ^a	4,9±1,2 ^a	5,1±1,2 ^a
<i>L. fermentum</i> strain C222L	4,9±1,1 ^a	4,7±1,4 ^a	5,1±1,4 ^a
<i>L. fermentum</i> strain B111K	4,9±1,2 ^a	4,6±1,2 ^a	5,0±1,3 ^a
Kontrol (<i>whey</i> + sukrosa 8%)	4,2±1,1 ^b	3,9±1,2 ^b	4,1±1,4 ^b
Rata-rata	4,9±0,4	4,6±0,4	4,8±0,4

Keterangan: Huruf superskrip pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$). *1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (agak tidak suka), 4 (netral/biasa saja), 5 (agak suka), 6 (suka) 7 (sangat suka)

Pada Tabel 3, terlihat bahwa perlakuan dengan pemberian strain BAL menghasilkan warna dengan nilai berkisar antara 3,6–3,8 (netral) dan aroma dengan nilai 4,5–5,1 (agak beraroma susu fermentasi).

Tabel 3. Hasil uji mutu hedonik MWF

Strain BAL	Variabel Mutu Hedonik		
	Warna*	Aroma**	Rasa***
<i>L. fermentum</i> strain B323K	3,7±1,1 ^a	5,1±1,8 ^a	2,9±1,6 ^{bc}
<i>L. fermentum</i> strain C113L	3,6±1,1 ^a	5,3±1,3 ^a	3,4±1,3 ^b
<i>L. fermentum</i> strain A323L	3,7±1,3 ^a	4,9±1,3 ^a	3,3±1,4 ^{bc}
<i>L. fermentum</i> strain C222L	3,7±1,1 ^a	4,7±1,4 ^a	3,4±1,3 ^b
<i>L. fermentum</i> strain B111K	3,8±1,2 ^a	4,7±1,5 ^a	2,7±1,2 ^c
Kontrol (<i>whey</i> + sukrosa 8%)	2,9±0,5 ^b	2,4±0,6 ^b	4,6±1,0 ^a
Rata-rata	3,6±0,3	4,5±1,1	3,4±0,7

Keterangan: Huruf superskrip pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$). *1 (sangat kuning), 2 (kuning), 3 (agak kuning), 4 (netral), 5 (agak putih), 6 (putih) 7 (sangat putih). **1 (sangat tidak beraroma susu fermentasi), 2 (agak tidak beraroma susu fermentasi), 3 (tidak beraroma susu fermentasi) 4 (netral), 5 (agak beraroma susu fermentasi), 6 (beraroma susu fermentasi), 7 (sangat beraroma susu fermentasi). ***1 (sangat asam), 2 (asam), 3 (agak asam), 4 (netral), 5 (agak manis), 6 (manis), 7 (sangat manis)

Penggunaan strain BAL asal dangke dapat memberikan perubahan warna, rasa dan aroma MWF yang mulanya berwarna agak kuning, tidak beraroma susu fermentasi, dengan rasa yang agak manis, menjadi warna yang netral, agak beraroma susu fermentasi dengan rasa yang agak asam setelah proses fermentasi dilakukan. Fermentasi *whey* dengan strain BAL menghasilkan produk metabolit sekunder berupa asam laktat yang menyebabkan rasa asam pada produk dan senyawa volatil seperti diasetil dan asetaldehida yang terakumulasi selama proses fermentasi berlangsung (Smid dan Kleerebezem, 2014). Pembentukan senyawa diasetil dalam produk fermentasi merupakan peristiwa pembusukan, dimana senyawa tersebut merupakan kontribusi utama yang diharapkan dalam pembentukan flavor pada produk bir, anggur, roti, dan susu fermentasi (Gänzle, 2015). Asetaldehida dihasilkan oleh BAL dalam jalur heterofermentatif dengan memecah treonine menjadi asetaldehida dan glisin melalui aktivitas enzim treonine aldolase (TA) (Smid dan Kleerebezem, 2014).

KESIMPULAN

Evaluasi mutu *whey* dangke fermentasi menggunakan beberapa strain BAL indigenus asal dangke telah memenuhi kriteria umum yang telah ditetapkan yaitu jumlah BAL 10^6 – 10^7 CFU/mL (6–7 log CFU/mL). Minuman *whey* fermentasi memiliki karakteristik pH, %TAT, dan a_w yang hampir sama pada semua perlakuan fermentasi dengan strain BAL asal dangke, namun untuk menyesuaikan pH dan keasaman MWP dengan standar produk yoghurt (pH 4,4 dan %TAT 0,9–1,2%), maka fermentasi MWP harus dihentikan pada jam ke-20. Kadar air MWP mengalami peningkatan, sedangkan kadar abu, dan KH-nya mengalami penurunan setelah fermentasi. Uji kualitas sensori memperlihatkan bahwa MWP yang difermentasi dengan strain BAL indigenus isolat dangke lebih disukai oleh panelis dibandingkan dengan kontrol (*whey* + 8% sukrosa).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemristek DIKTI) yang telah membiayai penelitian ini melalui program pengembangan IPTEKS 2016 (079/SP2H/LT/DRPM/II/2 tanggal 17 Februari 2016).

DAFTAR PUSTAKA

- Allgeyer LC, Miller MJ, Lee SY. 2010. Sensory and microbiological quality of yogurt drinks with prebiotics and probiotics. *J Dairy Sci* 93: 4471-4479. DOI: 10.3168/jds.2009-2582.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists International. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. Di dalam: Howitz W, Latimer GW, editor: Dairy Products. AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA. Chapter 33, hlm 1-15.
- Aryana KJ, Plauche S, Rao RM, McGrew P, Shah NP. 2007. Fat-free plain yogurt manufactured with inulins of various chain lengths and *Lactobacillus acidophilus*. *J Food Sci* 72: M79-M84. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00302.x.
- Batista ALD, Silva R, Cappato LP, Almada CN, Garcia RKA, Silva MC, Raices RSL, Arellano DB, Sant'Ana AS, Conte JCA, Freitas MQ, Cruz AG. 2015. Quality parameters of probiotic yogurt added to glucose oxidase compared to commercial products through microbiological, physical-chemical and metabolic activity analyses. *Food Res Int* 77: 627-635. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.08.017.
- Codex Stan. 2003. Codex standard for fermented milks: milk and milk products 2nd edition, adopted in 2003, revision 2008, 2010. Codex standard 243-2003. http://www.codexalimentarius.net/download/standards/400/CXS_243e.pdf [1 Agustus 2017].
- [FAO, WHO] Food and Agricultural Organization, World Health Organization. 2007. WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food: Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. London, Ontario, Canada.
- Gänzle MG. 2015. Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage. *Curr Opin Food Sci* 2: 106-117. DOI: 10.1016/j.cofs.2015.03.001.
- Haghshenas B, Nami Y, Abdullah N, Radiah D, Rosli R, Khosroushahi AY. 2014. Anticancer impacts of potentially probiotic acetic acid bacteria isolated from traditional dairy microbiota. *LWT-Food Sci Technol* 60: 690-697. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.09.058.

- Holzappel W, Wood BJ. 2012. The Genera of Lactic Acid Bacteria. Springer Science & Business Media, UK.
- Igbabul B, Hiikyaa O, Amove J. 2014. Effect of fermentation on the proximate composition and functional properties of mahogany bean (*Afzelia africana*) flour. *Curr Res Nutr Food Sci J* 2: 01-07. DOI: 10.12944/CRNFSJ.2.1.01.
- Iranmanesh M, Ezzatpanah H, Mojgani N. 2014. Antibacterial activity and cholesterol assimilation of lactic acid bacteria isolated from traditional Iranian dairy products. *LWT-Food Sci Technol* 58: 355-359. DOI: 10.1016/j.lwt.2013.10.005.
- Iswadi I. 2017. Fage litik spesifik *Escherichia coli* pada limbah cair pasar tradisional di kota Banda Aceh. *BIOTIK J Ilmiah Biologi Teknol Kependidikan* 4: 95-99.
- Karimi R, Mortazavian AM, Da Cruz AG. 2011. Viability of probiotic microorganisms in cheese during production and storage - a review. *Dairy Sci Technol* 91: 283-308. DOI: 10.1007/s13594-011-0005-x.
- Krasaekoopt W, Kitsawad K. 2010. Sensory characteristics and consumer acceptance of fruit juice containing probiotics beads in Thailand. *AU J Technol* 14: 33-38.
- Legarová V, Kouřimská L. 2010. Sensory quality evaluation of whey-based beverages. *Mljekarstvo* 60: 280-287.
- Li M, Zhu K, Guo X, Peng W, Zhou H. 2011. Effect of water activity (a_w) and irradiation on the shelf-life of fresh noodles. *Innov Food Sci Emerg Technol* 12: 526-530. DOI: 10.1016/j.ifset.2011.06.005.
- Londero A, Quinta R, Abraham AG, Sereno R, De Antoni G, Garrote GL. 2011. Inhibitory activity of cheese whey fermented with kefir grains. *J Food Prot* 74: 94-100. DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-10-121.
- Magalhães KT, Pereira MA, Nicolau A, Dragone G, Domingues L, Teixeira JA, de Almeida Silva JB, Schwan RF. 2010. Production of fermented cheese whey-based beverage using kefir grains as starter culture: evaluation of morphological and microbial variations. *Bioresour Technol* 101: 8843-8850. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.06.083.
- Mani-López E, Palou E, López-Malo A. 2014. Probiotic viability and storage stability of yogurts and fermented milks prepared with several mixtures of lactic acid bacteria. *J Dairy Sci* 97: 2578-2590. DOI: 10.3168/jds.2013-7551.
- Mukhlisah AN, Arief II, Taufik E. 2017. Physical, microbial, and chemical qualities of dangke produced by different temperatures and papain concentrations. *Media Peternakan* 40: 63-70. DOI: 10.5398/medpet.2017.40.1.63.
- Pescuma M, Hebert EM, Mozzi F, de Valdez GF. 2010. Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria. *Int J Food Microbiol* 141: 73-81. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.04.011.
- Pescuma M, Hebert EM, Mozzi F, de Valdez GF. 2008. Whey fermentation by thermophilic lactic acid bacteria: evolution of carbohydrates and protein content. *Food Microbiol* 25: 442-51. DOI: 10.1016/j.fm.2008.01.007.
- Puspawati NN, Nuraida L, Adawiyah DR. 2010. Penggunaan berbagai jenis bahan pelindung untuk mempertahankan viabilitas bakteri asam laktat yang di isolasi dari air susu ibu pada proses pengeringan beku. *J Teknol Industri Pangan* 21: 59-65.
- Rahayu WP, Nurwitri CC. 2012. Mikrobiologi Pangan. IPB Press, Bogor. hlm 26.
- Rahman DH, Tanzaha I, Usmiati S. 2012. Formulasi produk susu fermentasi kering dengan penambahan bakteri probiotik *Lactobacillus casei* dan *Bifidobacterium longum*. *J Gizi Pangan* 7: 49-56.
- Ribeiro MCE, Chaves KS, Gebara C, Infante FNS, Grosso CRF, Gigante ML. 2014. Effect of microencapsulation of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 on physicochemical, sensory and microbiological characteristics of stirred probiotic yoghurt. *Food Res Int* 66: 424-431. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.10.019.
- Setyaningsih D, Apriyantono A, Sari MP. 2010. Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro. Hlm 59-60. IPB Pr, Bogor.
- Shiby V, Mishra H. 2013. Fermented milks and milk products as functional foods – a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 53: 482-496. DOI: 10.1080/10408398.2010.547398.

- Shi T, Nishiyama K, Nakamata K, Aryantini NP, Mikumo D, Oda Y, Yamamoto Y, Mukai T, Sujaya IN, Urashima T, Fukuda K. 2012. Isolation of potential probiotic *Lactobacillus rhamnosus* strains from traditional fermented mare milk produced in Sumbawa island of Indonesia. *Biosci Biotechnol Biochem* 76: 1897-903. DOI: 10.1271/bbb.120385.
- Singh TP, Malik RK, Katkamwar SG, Kaur G. 2014. Hypocholesterolemic effects of *Lactobacillus reuteri* LR6 in rats fed on high-cholesterol diet. *Int J Food Sci Nutr* 66: 71-75. DOI: 10.3109/09637486.2014.953450.
- Smid EJ, Kleerebezem M. 2014. Production of aroma compounds in lactic fermentations. *Annu Rev Food Sci Technol* 5: 313-326. DOI: 10.1146/annurev-food-030713-092339.
- Surono IS. 2004. Probiotik, Susu Fermentasi dan Kesehatan. Hlm 79. Jakarta (ID): YAPMMI.
- Syah SP, Sumantri C, Arief II, Taufik E. 2017. Isolation and identification of indigenous lactic acid bacteria by sequencing the 16S rRNA from dangke, a traditional cheese from Enrekang, South Sulawesi. *Pak J Nutr* 16: 384-392. DOI: 10.3923/pjn.2017.384.392.
- Troller JA, Christian JHB. 1978. Water activity and food. 103-117. Academic Press, New York.
- Yuliana N. 2012. Pengolahan durian (*Durio zibethinus*) fermentasi (tempoyak). *J Teknol Industri Hasil Pertanian* 12: 74-80.