

KARAKTERISTIK *WHEY* LIMBAH DANGKE DAN POTENSINYA SEBAGAI PRODUK MINUMAN DENGAN MENGGUNAKAN *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051

Characteristics of *Whey* from Dangke Waste and Its Potential as Beverage Product by using *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051

Fatma¹, Soeparno², Nurliyani², Chusnul Hidayat³, Muhammad Taufik⁴

¹Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10 Makassar, 90245

²Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Fauna No. 3 Bulaksumur, Yogyakarta, 55281

³Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

⁴Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian, Gowa Jl. Poros Malino Km. 7 Romang Lompoe Gowa, 90222

Email : fatma_maruddin@yahoo.co.id

ABSTRAK

Whey dangke belum banyak dimanfaatkan. Penanganan *whey* dangke sangat diperlukan untuk pencegahan pencemaran lingkungan khususnya di Kabupaten Enrekang. Evaluasi karakteristik *whey* dangke merupakan langkah awal penanganan *whey* dangke. Data yang lengkap tentang karakteristik *whey* dangke akan menjadi informasi ilmiah bagi para peneliti ataupun masyarakat untuk pemanfaatan *whey* dangke lebih lanjut. Nutrisi *whey* memungkinkan penggunaan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 untuk diolah menjadi produk minuman. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik *whey* limbah dangke, diperoleh dari pemisahan protein susu dengan menggunakan getah pepaya liofilisasi serta mengetahui potensi *whey* dangke sebagai produk minuman menggunakan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 dengan menggunakan produk minuman fermentasi komersial sebagai pembanding, berdasarkan aktivitas pertumbuhan/jumlah bakteri, kandungan asam laktat dan pH. Susu ditambahkan larutan enzim (getah liofilisasi) level 0,4 - 1% (v/v), dan level terbaik digunakan untuk pembuatan produk minuman *whey* fermentasi. *Whey* dicampur tepung tapioka level 0, 0,35, 0,7, 1,05 dan 1,4% dan dipanaskan sambil diaduk selama 5 menit suhu 70°C. *Whey* selanjutnya di pasteurisasi suhu 80°C selama 30 menit. Setelah dingin diinokulasi *L. acidophilus* level 1, 3, 5, dan 7% serta diinkubasi suhu 37°C selama 8, 12, 16, 18 dan 24 jam. Karakteristik *whey* dangke adalah; total padatan 6,95±0,23%, asam laktat 0,1±0,003%, lemak 0,2±0,05%, protein 0,63±0,009%, laktosa 5,08 ±0,009%, pH 6,31±0,01 dan viskositas 0,19±0,004 poise. *Whey* dangke berpotensi sebagai produk minuman dengan penambahan *Lactobacillus acidophilus* dengan kualitas yang hampir sama dengan produk minuman fermentasi komersial setelah diinkubasi selama 16 jam, penambahan level inokulum 5% dan penambahan level tapioka 0,35% berdasarkan aktivitas pertumbuhan, asam laktat dan pH.

Kata kunci: *Whey* dangke, karakteristik, potensi, produk minuman, *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051

ABSTRACT

Dangke *whey* has not been widely utilized. Dangke *whey* handling is required for the prevention of environmental pollution, especially in Enrekang. Evaluating the characteristics of dangke *whey* is the initial step of dangke *whey* handling. Complete data about the dangke *whey* would be scientific information for researchers or the public to further the utilization. Nutritional value of dangke *whey* allows the use of *Lactobacillus acidophilus* FNCC0051 to be processed into beverage products. This research objectives were to investigate the characteristics of *whey* from dangke waste, which were obtained from milk protein separation by using lyophilization of papaya latex, and it also to evaluate the potential of dangke *whey* as beverage product by using *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051. A commercial fermented beverages product is used as a comparison, based on the activity of growth/bacteria numbers, lactic acid and pH. Milk was added with enzyme solution (lyophilized latex) on the level of 0.4 to 1% (v/v). The best level was used for the production of the fermented *whey* beverage products. *Whey* was mixed with tapioca level of 0, 0.35, 0.7, 1.05, and 1.4%, and was heated by stirring for 5 minutes at temperature of 70°C. The *whey* was pasteurized at the temperature of 80°C for 30 minutes. The *whey* was cooled, and inoculated with *L. acidophilus* at the level of 1, 3, 5, and 7%, and

incubated at 37°C for 8, 12, 16, 18, and 24 hours, respectively. The characteristics of *whey* dangke were as follows: the solid total was $6.95 \pm 0.23\%$, lactic acid was $0.1 \pm 0.003\%$, fat was $0.2 \pm 0.05\%$, protein was $0.63 \pm 0.009\%$, lactose was $5.08 \pm 0.009\%$, pH was 6.31 ± 0.01 , and viscosity was 0.19 ± 0.004 poise. Dangke *whey* is potential as a beverage products with the addition of *Lactobacillus acidophilus* with quality similar to the commercial fermented beverage after incubated for 16 hours, with the addition of inoculum level of 5% and tapioca level of 0.35% based on the activity of growth, lactic acid and pH.

Keywords: Dangke *whey*, characteristics, potential, beverage product, *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051

PENDAHULUAN

Dangke merupakan produk olahan susu sapi atau kerbau, sejenis keju lunak yang dihasilkan tanpa proses fermentasi dan menjadi makanan khas di Kabupaten Enrekang Propinsi Sulawesi Selatan. Jumlah susu yang diolah menjadi dangke di daerah tersebut sekitar 6.000 liter perhari. *Whey* dangke adalah sisa hasil pengolahan dangke yang jumlahnya sekitar 3.600 liter perhari dan umumnya dibuang begitu saja. Penanganan *whey* dangke sangat diperlukan untuk pencegahan pencemaran lingkungan khususnya di Kabupaten Enrekang. Evaluasi karakteristik *whey* dangke merupakan langkah awal penanganan *whey* dangke. Data yang lengkap tentang karakteristik *whey* dangke akan menjadi informasi ilmiah bagi peneliti ataupun masyarakat untuk pemanfaatan *whey* dangke lebih lanjut.

Whey dangke dapat diolah menjadi berbagai produk yang salah satunya menjadi produk minuman fermentasi. Produk tersebut sangat diminati masyarakat saat ini dan mempunyai nilai jual yang baik (Gallardo-Escamila dkk., 2007). Komponen nutrisi *whey* dangke dapat dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber nutrisi pertumbuhan. Komponen bioaktif *whey* menyebabkan produk fermentasi memiliki aktivitas antibakteri patogen, sehingga dapat lebih meningkat dengan penggunaan probiotik *Lactobacillus acidophilus* (Gambelli dkk., 1999; Lucas dkk., 2004; Almeida, 2008).

Lactobacillus acidophilus FNCC 0051 merupakan bakteri probiotik (Cahyanti, 2008; Yusmarini dkk., 2010), bakteri yang nantinya digunakan untuk pembuatan produk minuman *whey* fermentasi. Level inokulum dan waktu inkubasi bakteri tersebut berperan dalam menentukan kualitas dan karakteristik produk fermentasi. Variabel tersebut perlu dianalisis agar bakteri dapat mencapai aktivitas terbaik dalam produk. Sendra dkk. (2008) dan Kailasapathy dkk. (2008) mengemukakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas *Lactobacillus* dalam produk fermentasi antara lain strain bakteri probiotik, level inokulasi, suhu inkubasi, waktu fermentasi, kondisi penyimpanan, pH, konsentrasi gula (tekanan osmotik), kandungan padatan susu, interaksi antara spesies yang ada, faktor pendukung dan penghambat pertumbuhan, suhu penyimpanan, dan ketersediaan nutrisi.

Upaya pemanfaatan *whey* dangke terkendala oleh rendahnya kandungan total padatan *whey* (sekitar 6%) (Gallardo-Escamila dkk., 2007). Keadaan ini menyebabkan produk minuman fermentasi berbahan dasar *whey* dangke akan lebih berair dibanding produk susu fermentasi komersial, sehingga akan mempengaruhi kualitas dan karakteristik produk. Hidrokoloid seperti tapioka dapat memperbaiki kondisi tersebut. Gallardo-Escamilla dkk. (2007) mengemukakan bahwa, secara fungsional, hidrokoloid pada konsentrasi yang sangat rendah pun memberikan peningkatan kekentalan dan/atau pencegahan sedimentasi partikel terdispersi. Phillips dan Williams (2000) mengemukakan bahwa, hidrokoloid yang berasal dari pati, fungsi utamanya sebagai pengental (*thickener*) dan agen pembentuk gel (*gelling agent*). Hasil penelitian Jimoh dan Kolapo (2007) terhadap produk yogurt berbahan dasar kedelai menyarankan penggunaan tapioka sebagai alternatif hidrokoloid setelah gelatin berdasarkan tingkat penerimaan konsumen.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik *whey* limbah dangke yang diperoleh dari pemisahan protein susu dengan menggunakan getah pepaya liofilisasi sebagai penggumpal, serta mengetahui potensi *whey* dangke sebagai produk minuman menggunakan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 dengan menggunakan produk minuman fermentasi komersial sebagai pembanding berdasarkan aktivitas pertumbuhan (jumlah bakteri), kandungan asam laktat dan pH.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah pepaya umur sekitar 2-3 bulan yang dikumpulkan dari petani desa Sudimoro Kelurahan Bambusari, Kecamatan Kajoran Kabupaten Magelang. Susu segar diambil dari UPT Ternak Perah UGM. *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Tepung tapioka (rose brand), L-tyrosine diperoleh dari Sigma Chemical Co.

TCA, Na₂CO₃, Folin and Ciocalteu's, Casein, NaH₂PO₄·2H₂O, Na₂HPO₄·12H₂O, H₂SO₄, Tablet kjealtabs, H₃BO₃ 4%, NaOH, HCl, penoftalin, buffer komersial pH 4 dan pH 7, diperoleh dari merk KgaA (Darmstadt, Germany).

Pembuatan Bahan Penggumpal

Buah pepaya ditoreh pisau di permukaannya. Getah yang keluar dikumpulkan dan disimpan di suhu -20°C. Getah yang terkumpul dikeringkan dengan liofilisator (merk Christ alpha 1-2 id) suhu -40°C (Chaiwut dkk., 2007; Deulgaonkar dan Thorat, 2008). Getah kering hasil liofilisasi sebanyak 0.05 g sebelum digunakan sebagai penggumpal dilarutkan lebih dahulu dalam 10 ml aquades sebagai larutan enzim.

Pembuatan Dangka

Susu segar dipanaskan dan ditambah garam 0,4% (w/v). Susu ditambahkan larutan enzim dengan level 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 dan 1% (v/v) pada suhu 40°C. Saat suhu mencapai 95°C dipertahankan selama 4 menit untuk mengeraskan dan memadatkan *curd*, setelah itu disaring untuk memisahkan dari *whey*. Level terbaik ditentukan berdasarkan analisis rendemen *curd*, rasa *curd* dan *whey* yang dihasilkan. Level terbaik digunakan menghasilkan *whey* untuk pembuatan *whey* fermentasi.

Penentuan Target Produk

Mengambil beberapa produk susu fermentasi yang ada dipasaran dan digemari. Produk tersebut selanjutnya dianalisis kandungan asam laktat dan pH nya. Nilai analisisnya digunakan sebagai pembanding untuk melihat potensi *whey* dangke sebagai produk minuman fermentasi.

Fermentasi Whey

Whey disiapkan sebanyak 4000 ml untuk setiap 1 perlakuan level tepung tapioka (1 ulangan yang diduplo/digandakan). *Whey* tersebut selanjutnya ditambahkan tepung tapioka level (0, 0,35, 0,7, 1,05 dan 1,4% (w/v)) dan dicampur sempurna, selanjutnya diukur volumenya (volume awal sebelum pemanasan). Campuran *whey* dipanaskan sambil diaduk selama 5 menit pada suhu 70°C, setelah itu diukur volumenya. dan ditambahkan aquades hingga mencapai volume awal sebelum pemanasan. *Whey* dimasukkan ke dalam botol (100 ml) dan ditutup rapat. *Whey* selanjutnya di pasteurisasi pada suhu 80°C selama 30 menit (modifikasi dari Alakali dkk., 2008). Setelah *whey* dalam botol dingin diinokulasi dengan kultur segar *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 (ditumbuhkan dalam medium MRS broth dan diinkubasi 16 jam) dengan level 1, 3, 5, dan 7% (v/v) dari 100 ml volume *whey* dalam botol (2 botol untuk setiap level

inokulum), serta diinkubasi pada suhu 37°C selama 8, 12, 16, 18 dan 24 jam (8 botol untuk setiap 1 waktu inkubasi).

Cara Analisis

Aktivitas enzim getah pepaya liofilisasi dianalisis dengan metode *colorimetric* (Sigma aldrich, 2008), penghitungan rendemen dangke menurut Malaka dan Maruddin (2005), kandungan protein dengan metode makro *Kjeldahl* (*kjealtec* protein analyzer), analisis lemak dengan metode *Babcock* (AOAC, 2005), kandungan laktosa dengan high performance liquid chromatography (HPLC shimadzu 10A), Jumlah *Lactobacillus acidophilus* (metode *pour plate*) (Fardiaz, 1993), kandungan asam laktat dengan metode titrasi (AOAC, 2005). Pengukuran pH (pHmeter/ion 510 merk Eutech) dengan metode potensiometri, sedangkan pengukuran viskositas dengan metode manual stormer.

Data aktivitas enzim getah pepaya liofilisasi dilakukan selama masa penyimpanan dan dinyatakan sebagai nilai rata-rata dengan standar deviasi. Semua data untuk mengetahui karakteristik *whey* diulang sebanyak 6 kali dan dinyatakan sebagai nilai rata-rata dengan standar deviasi. Data rendemen diulang sebanyak 5 kali selanjutnya dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA), jika terdapat pengaruh yang nyata diantara perlakuan, dilanjutkan dengan uji beda nyata. Data rata-rata kandungan asam laktat, pH dan total bakteri *whey* setelah fermentasi dianalisis secara deskriptif berdasarkan tren grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

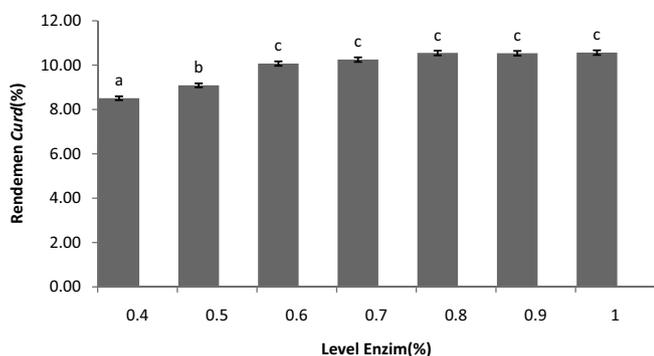
Aktivitas Enzim Getah Buah Pepaya Liofilisasi

Rata-rata hasil pengukuran aktivitas enzim getah buah pepaya liofilisasi selama masa penyimpanan 12 bulan dengan 19 kali pengukuran adalah sebesar 1,63 unit/mg sampel dengan kisaran 1,61 – 1,67 unit/mg sampel. Ini menunjukkan bahwa aktivitas enzim getah buah pepaya liofilisasi masa penyimpanan selama setahun tetap stabil. Muchtadi dkk. (1992) mengemukakan stabilitas enzim dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya waktu penyimpanan, suhu, pH dan senyawa yang dapat menginaktifkan enzim.

Aktivitas enzim getah buah pepaya liofilisasi dalam penelitian ini masih lebih tinggi dari penelitian yang dilaporkan Puig (2008) yaitu 0,15±0,15 unit/mg, namun lebih rendah dari hasil penelitian yang dilaporkan Chaiwut dkk. (2007) yaitu 4,95 unit/mg. Perbedaan hasil ini kemungkinan disebabkan karena perbedaan dalam jenis dan umur pepaya yang digunakan.

Pengaruh Level Enzim terhadap Rendemen Dangkae

Rendemen dangke merupakan *curd* yang terbentuk setelah penambahan enzim ke dalam susu. Gambar 1 menunjukkan bahwa rendemen dangke meningkat seiring dengan meningkatnya level enzim yang ditambahkan ke dalam susu untuk pembuatan dangke. Hasil ANOVA diperoleh bahwa level enzim berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap rendemen dangke. Godfrey dan Reichet (1986) menyatakan bahwa enzim papain memutuskan ikatan peptida pada residu asparagin-glutamin, glutamat-alainin, leusin-valin dan penilalanin-tirosin. Enzim tersebut akan bekerja optimal tergantung pada konsentrasi yang diberikan. Hasil uji lanjut dengan uji beda nyata terkecil menunjukkan bahwa level enzim 0,4 dengan 0,5% berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap rendemen dangke yang dihasilkan. Namun, level keduanya berbeda sangat nyata terhadap rendemen dangke dengan level enzim 0,6 sampai 1%. Hal ini menunjukkan level 0,4 dan 0,5% belum optimal untuk menghasilkan rendemen dangke. Sukendar (2001) mengemukakan faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas enzim antara lain; konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, konsentrasi ionik dan suhu.



Gambar 1. Pengaruh perbandingan level enzim dengan substrat susu terhadap rendemen curd pada konsentrasi enzim: 8.17 unit/ml enzim.

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama berarti berbeda sangat nyata (1%)

Penambahan level enzim 0,6 - 1% menghasilkan rata-rata jumlah rendemen yang tidak berbeda nyata setelah diuji statistik. Penambahan enzim papain level 0,8% dinyatakan sebagai level enzim yang terbaik dari semua perlakuan level

enzim. Hal tersebut berdasarkan bahwa penambahan level enzim 0,8% menghasilkan rata-rata jumlah rendemen yang lebih besar daripada perlakuan level enzim 0,1 - 0,7%, yaitu $10,55 \pm 0,1\%$. Perlakuan level enzim 0,9% menghasilkan rata-rata jumlah rendemen yang hampir sama dengan level enzim 0,8% yaitu $10,54 \pm 0,03\%$, sehingga menjadi tidak efisien jika digunakan dalam pembuatan dangke. Perlakuan level 1% menghasilkan rata-rata jumlah rendemen yang tidak beda nyata dari perlakuan level enzim 0,8%, namun menimbulkan rasa pahit pada *whey* (Tabel 1). Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilaporkan Muchtadi dan Wardani (1996) bahwa, rata-rata total padatan keju cottage dengan perlakuan pH susu 4,6, 5,3 dan 6,0 dengan menggunakan enzim rennet berturut-turut 11,48., 10,32 dan 9,03%.

Karakteristik Whey Dangkae

Kandungan total padatan. Total padatan *whey* dangke seperti tersaji pada Tabel 2, sekitar 6,95%. Hasil ini hampir sama dengan yang dilaporkan Gallardo-Escamilla dkk. (2005) untuk *whey* sisa olahan keju cheddar (6,5 - 7,1%), gouda (6,5%) dan *whey* casein asam laktat (6,9%). Lebih lanjut Jelen (2003) dalam Panesar dkk. (2007) menyatakan bahwa total padatan dari *whey* keju manis dan asam adalah 6,3 - 7,0%.

Kandungan protein. Kandungan protein *whey* dangke seperti yang terlihat pada Tabel 2, adalah 0,63%. Kandungan tersebut masih berada dalam kisaran kandungan protein yang dikemukakan Jelen (2003) dalam Panesar dkk. (2007) yaitu komposisi protein *whey* manis 0,6 - 1% dan *whey* asam 0,6 - 0,8%. Sedangkan Handayani (2004) melaporkan protein *whey* keju sekitar 0,6%. Umumnya *whey* protein susu mengandung fraksi β -laktoglobulin, α -laktalbumin, serum albumin, immunoglobulin dan protein lainnya seperti laktoferin, lisosim dan laktoperoksidase (Mazza, 1998; Regalado dkk., 2006; Pescuma dkk., 2008).

Kandungan lemak. Kandungan lemak *whey* dangke yaitu 0,2% (Tabel 2). Hasil ini berbeda dengan kandungan lemak *whey* keju yang dilaporkan Handayani (2004) dan El-Sheikh dkk. (2010) sebesar 0,1%, sedangkan Henning (1998) dalam Altiok (2004); Almeida dkk. (2008) kandungan lemaknya sebesar 0,5%. Perbedaan dalam kandungan lemak *whey* tersebut disebabkan karena komposisi susu, prosedur

Tabel 1. Rasa *curd* dan *whey* yang ditambahkan berbagai level enzim

Bahan	0.40%	0.50%	0.60%	0.70%	0.80%	0.90%	1.00%
Rasa curd	tidak pahit						
Rasa whey	tidak pahit	Pahit					

pembuatan keju dan penggumpal yang digunakan tidak sama (Altiok, 2004).

Tabel. 2. Komposisi *whey* dangke

Komponen	Nilai
Total Padatan(%)	6,95 ± 0,23
Asam Laktat(%)	0,1± 0,003
Lemak(%)	0,2 ± 0,05
Protein(%)	0,63 ± 0,009
Laktosa(%)	5,08 ± 0,009
pH	6,31 ± 0,01
Viskositas(poise)	0,19 ± 0,004

Kandungan asam laktat. Kandungan asam laktat *whey* dangke yang terlihat pada Tabel 2, yaitu 0,1%. Hasil tersebut sejalan dengan yang dilaporkan Henning (1998) dalam Altiok (2004) yaitu *whey* cair 0,1% dan *whey* kering 0,2%. Besarnya kandungan asam laktat *whey* bergantung pada kandungan asam laktat susu sebelum diolah.

Kandungan laktosa. Kandungan laktosa *whey* dangke adalah 5,08% (Tabel 2). Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilaporkan Smithers (2008) dalam Pescuma dkk. (2010) yaitu 5%, namun berbeda dengan penelitian yang dilaporkan Almeida dkk. (2008) untuk *whey* keju minas frescal sekitar 4,7%. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan beberapa hal seperti jenis/bangsa sapi, faktor makanan, iklim serta waktu laktasi. Kandungan laktosa *whey* dangke masih berada dalam kisaran yang dikemukakan Jelen (2003) dalam Panesar dkk. (2007) yaitu untuk *whey* manis sekitar 4,6 – 5,2%. Besarnya komponen laktosa dalam *whey* dangke menjadi salah satu dasar untuk memanfaatkan *whey* menjadi bahan yang potensial untuk menghasilkan produk yang memanfaatkan mikroorganisme (Panesar dkk., 2007).

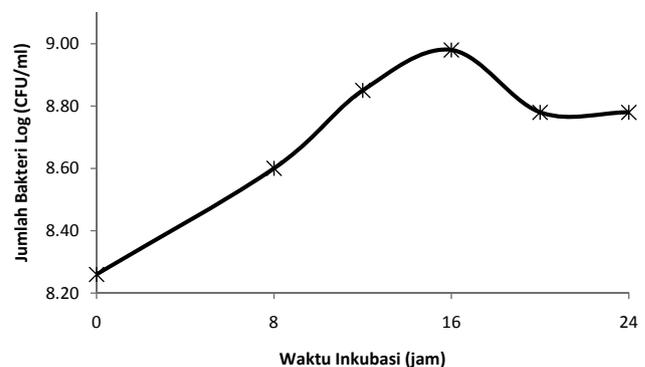
Nilai pH. *Whey* dangke tergolong keju manis karena metode pengolahan dengan menggunakan papain untuk menggumpalkan protein susu. Kosikowski dan Mistry (1997) mengemukakan *whey* manis mempunyai pH ≥5,8, diperoleh dari sisa industri pengolahan keju dengan menggunakan enzim seperti cheddar dan edam, atau dari pengolahan casein. Nilai pH *whey* dangke seperti yang tersaji pada Tabel 2, sekitar 6,31. Hasil ini sejalan dengan penelitian Gallardo-Escamilla dkk. (2005) bahwa pH untuk *whey* keju cheddar 5,81 – 6,31, dan mozzarella 6,27. Keju tersebut menggunakan rennet untuk mengkoagulasi kasein.

Nilai viskositas. Viskositas atau kekentalan dari suatu bahan bergantung pada besarnya komponen-komponen penyusunnya (Prasad dalam Javaid dkk., 2009; Cruz dkk.,

2008). Rata-rata viskositas *whey* dangke sebesar 0,19 poise (Tabel 2). Sebagai pembanding hasil pengukuran viskositas yang dilaporkan (Cruz dkk., 2008) untuk produk minuman yang menggunakan campuran *whey* keju mentega (WBC) dan jus acerola (AJ); B1 (50%WBC,50%AJ), B2 (70% WBC,30%AJ) dan B3 (30%WBC, 70% AJ) masing-masing 0,24 poise, 0,17 poise dan 0,27 poise. Gallardo Escamilla dkk. (2007) melaporkan viskositas *whey* fermentasi yang ditambahkan hidrokoloid dengan berbagai konsentrasi (0,16 – 0,53%) sekitar 0,25 ± 0,02 poise.

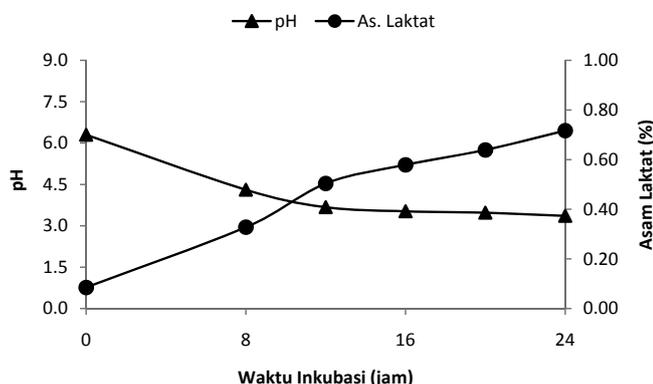
Fermentasi *Whey* Dangke

Efek waktu inkubasi terhadap aktivitas *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051. Aktivitas pertumbuhan bakteri *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 terus meningkat hingga 16 jam inkubasi sebesar log 8,98 CFU/ml dan setelah itu jumlah bakteri mulai turun secara perlahan (Gambar 2). Hal tersebut menunjukkan bahwa bakteri tersebut pada waktu inkubasi sekitar 16 jam, mengalami fase pertumbuhan logaritmik. Pada fase ini sel bakteri membelah dengan cepat. Fardiaz (1992) mengemukakan bahwa, fase logaritmik mikroorganisme membelah dengan cepat dan konstan. Kecepatan pertumbuhan dipengaruhi oleh medium tempat tumbuhnya seperti pH dan kandungan nutrisi, juga oleh kondisi lingkungan. Dave dan Shah (1997) melaporkan pertumbuhan *L. acidophilus* LA-1 di dalam media susu dan MRS mengalami fase logaritmik sekitar 12 – 16 jam. Pola pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 mengalami penurunan jumlah bakteri setelah 16 jam. Pada kondisi ini bakteri mengalami fase pertumbuhan statis hingga fase kematian. Fenomena ini disebabkan karena nutrisi di dalam medium mulai berkurang dan energi cadangan di dalam sel sudah habis.



Gambar 2. Jumlah *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 pada *whey* dangke dengan level Inokulum 5%, tapioka 0,7%, dan waktu inkubasi yang bervariasi

Lactobacillus acidophilus akan tumbuh dan berkembang di dalam whey dengan merombak komponen nutrisi (laktosa) yang ada di dalam medium pertumbuhan untuk memenuhi kebutuhan energi. Hasil akhir proses perombakan adalah asam laktat. *Lactobacillus acidophilus* akan terus membutuhkan energi selama bakteri masih hidup. Fenomena ini menyebabkan produk akhir yaitu asam laktat pun akan terus mengalami peningkatan di dalam medium pertumbuhan selama inkubasi (Gambar 3). Nurwantoro dan Djarijah, (1994); Hofvendahl dan Hahn-Hagerdal (2000); Panesar dkk. (2007) mengemukakan adanya β -galaktosidase yang dihasilkan oleh mikroorganisme menyebabkan laktosa yang ada dalam produk terhidrolisis menjadi glukosa dan galaktosa. Monosakarida yang terbentuk akan mengalami proses glikolisis hingga terbentuk asam piruvat. Asam piruvat tersebut dengan adanya laktat dehidrogenase menerima kembali pasangan elektron yang berasal dari oksidasi asam gliseraldehid 3-pospat dalam proses glikolisis sehingga tereduksi menjadi asam laktat.



Gambar 3. Penurunan pH dan kandungan asam laktat whey dangke fermentasi dengan menggunakan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 level inokulum 5%, tapioka 0,7%, dan waktu inkubasi yang bervariasi

Aktivitas *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 dalam whey dangke untuk menghasilkan asam laktat mendekati nilai target produk minuman fermentasi komersial (Tabel 3) adalah pada waktu inkubasi 16 jam sebesar 0,58%. Hasil ini masih lebih baik jika dibandingkan *Lactobacillus acidophilus* CRL 636 yang digunakan dalam penelitian yang dilaporkan Pescuma dkk. (2010) menggunakan whey protein konsentrat sebagai media pertumbuhan. Kandungan asam laktat yang dilaporkan setelah 12 dan 24 jam inkubasi masing-masing hanya sekitar 32 mmol/ml(0,17%) dan 40 mmol/ml(0,22%).

Tabel. 3. Karakteristik produk minuman whey fermentasi komersial

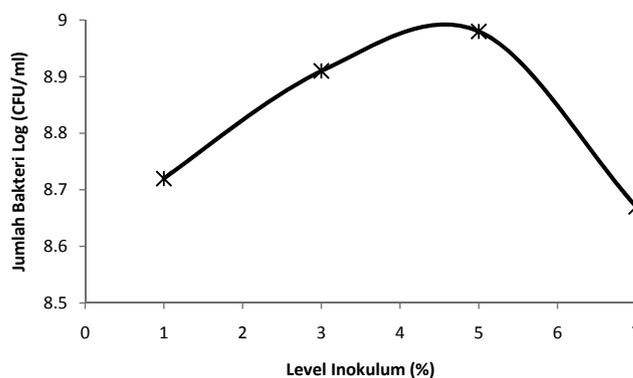
Analisis	Nilai rata-rata		Kisaran	Target
	Produk komersial A	Produk komersial B		
Asam (%)	0,62	0,56	0,56 – 0,64	0,59
pH	3,60	3,70	3,60 – 3,70	3,65
Viskositas (poise)	0,21	0,26	0,21 – 0,26	0,23

Nilai kisaran adalah nilai terendah dan tertinggi dari semua sampel yang dianalisis (dua minuman fermentasi komersial).

Nilai target adalah nilai tengah dari nilai kisaran dan menjadi standar dalam proses pembuatan produk minuman whey fermentasi.

Kondisi asam laktat berbanding terbalik dengan kondisi pH yang semakin menurun seiring dengan meningkatnya waktu inkubasi (Gambar 3). Terbentuknya asam laktat sebagai produk akhir metabolisme menyebabkan peningkatan keasaman dalam medium dan menyebabkan turunnya pH media. Nilai pH produk minuman whey yang mendekati nilai target produk minuman fermentasi komersial (Tabel 3) adalah pada waktu inkubasi 12 dan 16 jam masing-masing sebesar 3,68 dan 3,53.

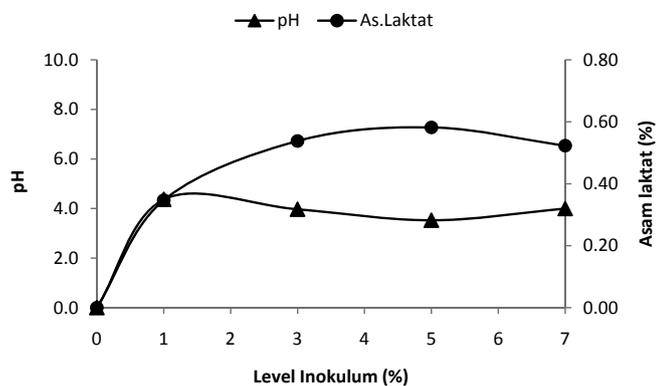
Efek level inokulum terhadap aktivitas *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051. Aktivitas pertumbuhan *L. acidophilus* FNCC 0051 pada whey dangke mengalami peningkatan hingga penambahan level inokulum 5% sebesar log 8,98 CFU/ml, namun penurunan pada penambahan level inokulum 7% sebesar log 8,67 CFU/ml (Gambar 4).



Gambar 4. Jumlah *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 pada whey dangke fermentasi yang diinkubasi selama 16 jam, ditambahkan tapioka 0,7% dan level inokulum yang bervariasi

Kondisi ini diikuti pula oleh aktivitas *L. acidophilus* FNCC 0051 dalam menghasilkan asam laktat (Gambar 5). Ini disebabkan karena penambahan level inokulum yang tinggi hingga 7%, menyebabkan fase adaptasi semakin cepat. Hal

ini berdampak pula pada fase pertumbuhan selanjutnya (fase pertumbuhan awal hingga fase kematian), yang akan semakin cepat dari kondisi umumnya, sehingga pada 16 jam inkubasi kemungkinan sudah memasuki fase kematian. Fardiaz (1992) mengemukakan bahwa, jumlah awal sel yang semakin tinggi akan mempercepat fase adaptasi. Pada fase kematian sebagian mikroorganisme mulai mengalami kematian karena kemungkinan nutrisi di dalam medium dan energi cadangan di dalam sel sudah habis. Jumlah sel yang mati semakin lama akan semakin banyak, dan kecepatan kematian dipengaruhi oleh kondisi nutrisi, lingkungan dan hasil-hasil metabolisme yang kemungkinan dapat membunuh bakteri.



Gambar 5. Penurunan pH dan kandungan asam laktat whey dangke fermentasi dengan menggunakan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051, diinkubasi selama 16 jam, tapioka 0,7% dan level inokulum yang bervariasi

Kondisi asam laktat produk minuman whey berbanding terbalik dengan kondisi pH produk (Gambar 5). Terbentuknya asam laktat sebagai produk akhir metabolisme menyebabkan peningkatan keasaman dalam medium dan menyebabkan turunnya pH media. Nurwantoro dan Djarijah, (1994) mengemukakan bahwa jika konsentrasi ion hidrogen (keasaman) mengalami peningkatan maka akan menyebabkan pH menurun.

Aktivitas *Lactobacillus acidophilus* dalam whey dangke untuk menghasilkan asam laktat dan nilai pH yang mendekati nilai target produk minuman fermentasi komersial (Tabel 3) adalah pada penambahan level inokulum 5% masing-masing sebesar 0,58% dan 3,53.

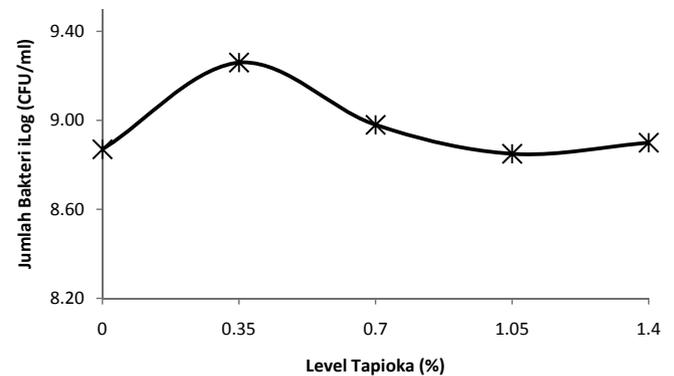
Efek Level Tapioka terhadap Aktivitas *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051

Whey dangke memiliki total padatan sekitar 6,95% (Tabel 2). Whey dangke apabila diolah menjadi produk minuman fermentasi, akan dihasilkan produk yang sedikit lebih encer dibanding produk minuman fermentasi komersial.

Jimoh dan kalapo (2007) mengemukakan bahwa tapioka dapat digunakan sebagai alternatif hidrokoloid setelah gelatin untuk pembuatan produk yogurt berbahan dasar kedelai. Penambahan tapioka dalam pembuatan produk minuman fermentasi dari bahan whey dangke bertujuan untuk memperbaiki viskositas produk sehingga menyerupai produk minuman fermentasi komersial yang umumnya berasal dari susu murni maupun susu rekonstitusi.

Hasil analisis beberapa produk minuman komersial yang akan dijadikan pembandingan viskositasnya berkisar 0,21 – 0,26 poise (Tabel 3). Setelah dilakukan pra-penelitian, penggunaan level 0,35 - 1,4% pada whey, akan meningkatkan viskositas whey sebesar 0,20 – 0,29 poise. Rentang level tersebut yang selanjutnya akan dipakai untuk memperbaiki kualitas produk minuman whey sehingga nantinya akan menyerupai viskositas produk komersial, namun tidak menghambat aktivitas *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051.

Level tapioka yang ditambahkan perlu dianalisis dengan baik karena kemungkinan akan mempengaruhi aktivitas *Lactobacillus acidophilus* untuk tumbuh dengan baik. Aktivitas pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* tertinggi pada whey yang ditambahkan tapioka level 0,35% sebesar log 9,26 CFU/ml diikuti level 0,7% sebesar log 8,98 CFU/ml (Gambar 6). Keadaan tersebut diduga karena *L. acidophilus* merupakan bakteri anaerobik fakultatif atau mikroaerofilik (Shah dkk., 1995).

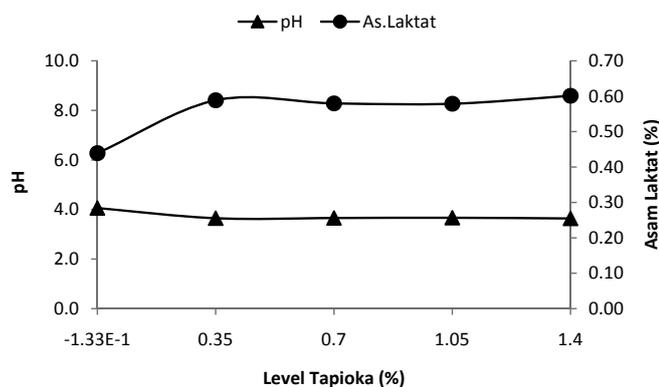


Gambar 6. Pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 pada whey dangke fermentasi dengan menggunakan level Inokulum 5%, waktu inkubasi 16 jam dan level tapioka yang bervariasi

Bakteri ini dapat tumbuh dengan baik dalam lingkungan tanpa adanya oksigen dan juga pada lingkungan dengan ketersediaan oksigen yang sedikit. Whey tanpa penambahan tapioka (level 0%) menyebabkan jumlah oksigen terlarut dalam whey sangat banyak, sehingga menghambat pertumbuhan *L. acidophilus*, sedangkan jumlah oksigen terlarut pada whey dengan level tapioka 0,35% sangat cocok untuk pertumbuhan

L. acidophilus dibandingkan pada tapioka level 0,7 - 1,4%.

Kandungan asam laktat pada perlakuan tanpa penambahan tapioka menunjukkan kandungan terendah yaitu 0,44%, sedangkan penambahan tapioka 0,35 – 1,4% memperlihatkan aktivitas yang hampir sama yaitu antara 0,58 – 0,60% (Gambar 7). Namun level tapioka 0,35% memperlihatkan kandungan asam laktat yang sama dengan produk komersial (Tabel 3).



Gambar 7. Penurunan pH dan kandungan asam laktat *whey* dangke fermentasi dengan menggunakan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051, level Inokulum 5%, waktu inkubasi 16 jam dan level tapioka yang bervariasi

Kondisi pH pada perlakuan tanpa penambahan tapioka menunjukkan nilai pH 4,06, sedangkan penambahan tapioka 0,35 – 0,4% memperlihatkan nilai pH yang lebih rendah yaitu antara 3,64 – 3,67. Namun level tapioka 0,35% memperlihatkan kandungan asam laktat yang sama dengan produk komersial (Tabel 3).

Tingginya kandungan asam laktat pada perlakuan penambahan tapioka diduga karena *L. acidophilus* FNCC 0051 memiliki kemampuan untuk memanfaatkan sumber karbohidrat lain yaitu tapioka selain laktosa yang merupakan komponen utama *whey* (Fatma, 2012). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilaporkan Lee dkk. (2001) bahwa *L. acidophilus* A-4, L23 dan *L. fermentum* L9 memiliki kemampuan memecah pati jagung. Aktivitas amilase *L. acidophilus* L23 lebih baik dibanding *L. acidophilus* A-4 dan *L. fermentum* L9 dalam menghidrolisis pati jagung. Hal ini berarti bahwa penambahan tapioka dalam pembuatan produk minuman fermentasi dapat pula berfungsi sebagai sumber energi untuk *L. acidophilus* selain laktosa. Hasil akhir dari perombakan kedua sumber karbohidrat tersebut menyebabkan peningkatan kandungan asam laktat yang lebih banyak daripada yang hanya menggunakan satu sumber karbohidrat. Purwoko (2007) mengemukakan bahwa bakteri asam laktat termasuk bakteri yang menghasilkan

sejumlah besar asam laktat yang merupakan hasil akhir metabolisme gula (karbohidrat). Asam laktat yang dihasilkan dengan cara tersebut akan menurunkan pH dari lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam.

Tapioka dapat dipakai untuk memperbaiki viskositas minuman *whey* fermentasi dengan penambahan level 0,35 – 1,4%. Penambahan level tersebut secara umum tidak mempengaruhi pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 untuk memberikan efek kesehatan pada manusia. *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 merupakan salah satu galur probiotik (Cahyanti, 2008; Yusmarini dkk., 2010). Lucas dkk. (2004) dan Sendra dkk., (2008) mengemukakan bahwa umumnya konsentrasi bakteri probiotik yang direkomendasikan untuk memberikan efek kesehatan antara 10^6 - 10^8 CFU/g. Susu fermentasi seharusnya mengandung level minimum bakteri probiotik hidup pada saat digunakan.

KESIMPULAN

Karakteristik *whey* dangke mengandung total padatan 6,95%, asam laktat 0,1%, lemak 0,2%, protein 0,63%, laktosa 5,08%, pH 6,31 dan viskositas 0,19 poise. *Whey* dangke berpotensi sebagai produk minuman dengan penambahan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 yang hampir sama dengan produk minuman fermentasi komersial setelah diinkubasi selama 16 jam, penambahan level inokulum 5% dan penambahan level tapioka 0,35% berdasarkan aktivitas pertumbuhan, asam laktat dan pH.

DAFTAR PUSTAKA

- Alakali, J. S., Okonkwo, T.M. dan Lordye, E.M. (2008). Effect of stabilizers on the physico-chemical and sensory attributes of thermized yoghurt. *African Journal of Biotechnology* **7**: 158-163.
- Altiok, D. (2004). Kinetic modeling of lactic acid production from *whey*. Dissertation Department Food Engineering Izmir Institute of Technology, Turkey. <http://www.library.iyte.edu.tr/tezler/master/gidahu/T000471.pdf>. [22 Desember 2010].
- Almeida, K.E., Tamime, A.Y. dan Oliveira, M.N. (2008). Acidification rates of probiotic bacteria in Minas frescal cheese *whey*. *LWT-Food Science and Technology* **41**: 311-316.
- AOAC (2005). *Official Methods of Analysis*. AOAC International, USA.
- Cahyanti, A.N. (2008). Kajian pertumbuhan probiotik *Lactobacillus acidophilus* dan kandungan asam lemak dalam

- susu kambing fermentasi selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi Pangan dan hasil Pertanian* **5**(2): 72-81.
- Chaiwut, P., Nitsawang, S., Shank, L. dan Kanasawud, P. (2007). A comparative study on properties and proteolytic components of papaya peel and latex protease. *Chiang Mai Journal Science* **34**(1): 109-118.
- Cruz, A.G., Sant'Ana, A.de S. Macchione, M.M., Teixeira, A.M. dan Schmidt, F.L. (2009). Milk drink using whey butter cheese (*quijo manteiga*) and acerola juice as a potential source of vitamin C. *Journal Food Bioprocess Technology* **2**: 368-373.
- Dave, R.I. dan Shah, N.P. (1997). Characteristics of bacteriocin produced by *Lactobacillus acidophilus* LA-1. *International Dairy Journal* **7**: 707-715.
- Deulgaonkar, S.U. dan Thorat, B.N. (2008). The purification, formulation and drying of papain. *International Journal of Food Enggineering* **4**(8): 1-17.
- El-Sheikh, Farrag, M., A. dan Zaghloul, A. (2010). Ricotta cheese from whey protein concentrate. *Journal of American Science* **6**(8): 321-325.
- Fatma (2012). *Potensi dan Pengembangan Whey Dangke sebagai Minuman Fungsional*. Disertasi. Program Pascasarjana Ilmu Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Fardiaz, S. (1992). *Mikrobiologi Pangan 1*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Fardiaz, S. (1993). *Analisis Mikrobiologi Pangan*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Gallardo-Escamilla, F.J., Kelly, A.L. dan Delahunty, C.M. (2005). Sensory characteristics and related volatile flavor compound of different types of whey. *Journal Dairy Science* **88**: 2689 - 2699.
- Gallardo-Escamilla, F.J., Kelly, A.L. dan Delahunty, C.M. (2007). Mouthfeel and flavour of fermented whey with added hydrocolloids. *International Dairy Journal* **17**: 308-315.
- Gambelli, L., Manzi, P., Panfili, G. Vivanti, V. dan Pizzoferrato, L. (1999). Constituents of nutritional relevance in fermented milk products commercialised in Italy. *Food chemistry* **66**: 353-358.
- Godfrey, T. and Reichet, J. (1986). *Industrial Enzymology. The Application of Enzymes in Industry*. Stocon Press, New York.
- Handayani, R.M. (2004). Pemanfaatan whey untuk produk nata de whey (Kajian Konsentrasi Starter dan Lama Inkubasi). <http://www.google.com>. [29 Oktober 2007].
- Hofvendahl, K. dan Hahn-Hagerdal, B. (2000). Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources. *Enzyme and Microbial Technology* **26**: 87-106.
- Javaid, S.B., Gadahi, J.A., Khaskeli, M., Bhutto, M.B., Kumbher, S. dan Panhwar, A.H. (2009). Physical and chemical quality of maeket milk solid at Tandojam Pakistan. *Pakistan Veterinary Journal* **29**(1): 27-31.
- Jimoh, K.O. dan Kolapo, A.L. (2007). Effect of different stabilizers on acceptability and shelf-stability of soy-yoghurt. *African Journal of Biotechnology* **6**(8): 1000-1003.
- Kailasapathy, K., I. Harmstorf dan M., I. Philips. (2008). Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp.lactis stirred fruit yogurts. *LWT-Food Science and Technology* **41**: 1317-1322.
- Kosikowski, F.V. dan Mistry, V.V. (1997). Whey and whey foods. Dalam: Kosikowski, F.V. and Mistry, V.V. (eds). *Cheese and Fermented Milk Foods* Vol I, hal 422-453. F.V.Kosikowski, LLC, Great Falls, V.A.
- Lee, H.S., Gilliland, S.E. dan Carter, S. (2001). Amyolytic cultures of *Lactobacillus acidophilus*: potential probiotic to improve dietary starch utilization. *Journal of Food Science* **66**(2): 338-344.
- Lucas, A., Sodini, I. Monnet, C. Jolivet, P. dan Corrieu, G. (2004). Probiotic cell counts and acidification in fermented milks supplemented with milkprotein hydrolysates. *International Dairy Journal* **14**: 47-53.
- Malaka, R. dan Maruddin, F. (2005). *Penuntun Praktikum Ilmu dan Teknologi Pengolahan Susu*. Program Semi-Que Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Peningkatan Manajemen Pendidikan Tinggi, Makassar.
- Mazza, G. (1998). *Functional Food. Biochemical and Processing Aspects*. Technomic Publishing Company Inc., USA.
- Muchtadi, D., Palupi, N.S. dan Astawan, M. (1992). *Enzim dalam Industri Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Muchtadi, D. dan Wardhani, B. (1996). Mempelajari Penggunaan Beberapa Jenis Rennet dalam Pembuatan Keju Cottage. *Bul. Tek. dan Industri Pangan* **VII**(1): 49-53.

- Nurwantoro dan Djarijah, A.S. (1994). *Mikrobiologi Pangan Hewani-Nabati*. Kanisius, Yogyakarta.
- Panesar, P.S., Kennedy, J.F., Gandhi, D.N. dan Bunko, K. (2007). Bioutilisation of *whey* for lactic acid production. *Food Chemistry* **105**: 1-14.
- Pescuma, M., Hebert, E.M., Mozzi, F. dan de Valdez, G.F. (2008). *Whey* fermentation by thermophilic lactic acid bacteria: Evolution of carbohydrates and protein content. *Int. Journal Food Microbiology* **25**: 442-451.
- Pescuma, M., Hebert, E.M., Mozzi, F. dan de Valdez, G.F. (2010). Functional fermented *whey*-based beverage using lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology* **141**: 73-81.
- Phillips, G.O. dan P.A. Williams. (2000). *Handbook of Hydrocolloid*. CRC press, Boca Raton Boston New York Washinton, DC.
- Puig, A., Gill, I. dan Sanchez, O. (2008). Evaluation of drying techniques measuring proteolytic activity of papain obtained from unripe fruit and skin juice. <http://www.aidic.it/IBIC2008/webpapers/90puig.pdf>. [13 Januari 2011].
- Purwoko, T. (2007). *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Regalado, C., Perez-Perez, C. Lara-Cortes, E. dan Garcia-Almendarez, B. (2006). *Whey* protein based edible food packaging films and coatings. *Agricultural and Food Biotechnology* **661**(2): 237-261.
- Sendra, E., Fayos, P., Lario, Y., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E. dan Perez-Alvarez, J.A. (2008). Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria. *Food Microbiology* **25**: 13-21.
- Shah, N.P., Lankaputhra, W.E.V., Britz, M.L., dan Kyle, W.S.A. (1995). Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in commercial yogurt during refrigerated storage. *International Dairy Journal* **5**: 515-521.
- Sigma-Aldrich. (2008). Video Article. Sigma's Non-specific protease activity assay-casein as a substrate. <http://www.jove.com/index/Details.stp?ID=899>. [4 November 2009].
- Sukendar, N. 2001. *Pengaruh Enzim dalam Pengolahan Pangan*. Makalah Kursus Singkat Aspek Mikrobiologi dalam Pengolahan Pangan dan Keamanan Pangan bagi Staf Akademik PTN-KTI(14-26 Mei 2001), Makassar.
- Yusmarini, Indrati, R., Utami, T. dan Marsono, Y. (2010). Kemampuan susu kedelai yang difermentasikan oleh *Lactobacillus plantarum* dalam mengikat asam empedu. *Majalah Farmasi Indonesia* **21**(3): 202-208.