

OPTIMASI KONDISI FERMENTASI *WHEY* DANGKE SEBAGAI PRODUK MINUMAN DENGAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*

Optimization of Fermentation Conditions of Dangke *Whey* as Beverage Product by Using *Response Surface Methodology*

Fatma¹, Soeparno², Nurliyani², Chusnul Hidayat³, Muhammad Taufik⁴

¹Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Jl.Perintis Kemerdekaan Km.10, Tamalanrea, 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, Sulawesi Selatan

Email: fatma_maruddin@yahoo.co.id

ABSTRAK

Whey dangke merupakan limbah dangke yang belum banyak dimanfaatkan. *Whey* dangke dipisahkan dari *curd* menggunakan getah buah pepaya sebagai sumber enzim. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi kondisi fermentasi (level inokulum, waktu inkubasi dan level tapioka) *whew* limbah dangke sebagai produk minuman dengan *response surface methodology*. Minuman fermentasi komersial digunakan sebagai target dalam menentukan kondisi optimal. *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 dipasteurisasi 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 produk minuman yang diperoleh dengan penambahan level inokulum 5%, tapioka level 0,7% dan diinkubasi 16 jam hampir sama karakteristik minuman fermentasi komersial adalah kandungan asam laktat 0,58%, viskositas 0,21 poise dan pH 3,7. Karakteristik tersebut dapat didekati dengan mengoptimasi kondisi fermentasi menggunakan metode RSM.

Kata kunci: *Whey* dangke, kondisi fermentasi, produk minuman, *response surface methodology*

ABSTRACT

Dangke *whew* is a dangke by-product that has not been widely utilized. Dangke *whew* is separated from curd using the papaya latex as source of enzymes. The objectives of the study were to optimize fermentation conditions (tapioca level, inoculum level, and incubation time) of *whew* from dangke waste by using a response surface methodology. Commercially fermentative beverage was used as a target to determine the optimal conditions. *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 *whew* was pasteurized at the temperature of 80 °C for 30 minutes. The *whew* was cool, 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 fermentation beverage obtained by the addition of inoculum level of 5%, tapioca 0.7% level and incubated for 16 hours were similar to the characteristics of commercially fermentative beverage. The characteristics of fermented beverage were as follows: lactic acid was 0.58%, viscosity was 0.21 poise and pH was 3, 7, respectively. These characteristics could be obtained by optimization of fermentation conditions by using RSM method.

Keywords: Dangke *whew*, fermentation conditions, beverage product, *response surface methodology*

PENDAHULUAN

Whey dangke merupakan limbah dangke, yang belum banyak dimanfaatkan. Dangke merupakan produk sejenis keju tanpa fermentasi. *Whey* dangke dipisahkan dari curd menggunakan getah buah pepaya sebagai sumber enzim. *Whey* memiliki kandungan laktosa dan komponen nutrisi lainnya yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme (Vinderola dkk., 2000; Gallardo-Escamila dkk., 2007).

Minuman fermentasi merupakan produk yang mengaplikasikan mikroorganisme dalam proses pembuatannya (Gallardo-Escamila dkk., 2007). *Lactobacillus acidophilus* dapat digunakan dalam pembuatan minuman fermentasi. Bakteri ini memanfaatkan laktosa dan nutrisi esensial yang dimiliki *whey* sebagai sumber nutrisi pertumbuhan. *L. acidophilus* tergolong probiotik sehingga minuman fermentasi dari limbah *whey* dangke akan bermanfaat bagi kesehatan konsumen (Gambelli dkk., 1999; Lucas dkk., 2004; Almeida dkk., 2008). Level inokulasi dan waktu inkubasi merupakan hal yang perlu diperhatikan agar *L. acidophilus* dapat beraktivitas dengan baik dalam *whey* selain suhu inkubasi, strain bakteri, nutrisi, dan kandungan padatan susu (Sendra dkk., 2008; Kailasapathy dkk., 2008).

Viskositas minuman fermentasi dari *whey* akan mempunyai viskositas yang sangat rendah dibanding susu fermentasi lainnya. Hal ini karena total padatan *whey* hanya sekitar 6% (Gallardo-Escamila dkk., 2007). Penambahan tapioka ke dalam *whey* selama proses produksi dapat memperbaiki keadaan tersebut. Tapioka dapat berperan sebagai sebagai pengental (*thickener*) dalam pembuatan minuman fermentasi dan agen pembentuk gel (*gelling agent*) (Phillips dan Williams, 2000).

Optimasi kondisi produksi (level inokulum, level tapioka dan waktu inkubasi) minuman fermentasi menggunakan *response surface methodology* (RSM). Metode RSM berguna untuk menentukan nilai-nilai perlakuan dengan respon optimal. Desain eksperimen RSM memungkinkan untuk melakukan percobaan dalam jumlah yang sedikit. Pengaruh semua perlakuan dianalisis secara bersamaan dan pengaruh interaksinya berdasarkan respon yang diinginkan (Sudjana, 2002; De castro dkk., 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi kondisi produksi (level inokulum, waktu inkubasi dan level tapioka) minuman fermentasi berbahan dasar limbah *whey* dangke menggunakan *response surface methodology*. Produk minuman fermentasi komersial yang ada di pasaran dan disukai digunakan sebagai target dalam penentuan kondisi optimal produk.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah pepaya umur sekitar 2-3 bulan, dikumpulkan dari petani desa Sudimoro Kelurahan Bambusari, Kecamatan Kajoran Kabupaten Magelang. Susu segar diperoleh 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). MRS broth, NaOH, penofalin, buffer komersial pH 4 dan pH 7, diperoleh dari merck KgaA (Darmstadt, Germany).

Penentuan Target Produk

Beberapa produk minuman fermentasi yang ada di pasaran dan disukai konsumen dianalisis kandungan asam laktat, viskositas dan pH nya. Analisisnya digunakan sebagai target dalam mengoptimasi kondisi fermentasi.

Fermentasi *Whey*

Whey dicampur tepung tapioka dengan level 0, 0,35, 0,7, 1,05 dan 1,4% hingga tercampur sempurna dan diukur volumenya (volume awal sebelum pemanasan). Campuran *whey* dipanaskan sambil diaduk selama 5 menit pada suhu 70 °C. *Whey* setelah dipanaskan ditambahkan aquades hingga volumenya mencapai volume awal sebelum pemanasan. *Whey* selanjutnya di pasteurisasi pada suhu 80 °C selama 30 menit (modifikasi dari Alakali dkk., 2008). *Whey* didinginkan dan diinokulasi *Lactobacillus acidophilus* dengan level 1, 3, 5, dan 7% serta diinkubasi suhu 37 °C selama 8, 12, 16, 18 dan 24 jam.

Analisis *Whey*

Whey fermentasi diukur viskositas dengan metode manual stormer, pengukuran pH dengan metode potensiometri, kandungan asam laktat dengan metode titrasi (AOAC, 2005). Data yang diperoleh diolah dengan metode *response surface methodology* (RSM). Desain eksperimen RSM kandungan asam laktat, pH dan viskositas dapat dilihat pada Tabel 2, 3, dan 4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Minuman Fermentasi Komersial

Karakteristik minuman fermentasi komersial yang ada dipasaran dan disukai dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai analisis asam laktat, pH dan viskositas minuman fermentasi komersial dibutuhkan dalam proses optimasi kondisi fermentasi *whey*.

Nilai ini sebagai target yang akan dicapai saat melakukan serangkaian perlakuan dalam penelitian, sehingga minuman fermentasi yang dihasilkan diharapkan memiliki karakteristik mendekati minuman fermentasi komersial.

Nilai target (Tabel 1) merupakan nilai rata-rata dua minuman fermentasi komersial yang dipilih sebagai target. Minuman fermentasi yang dibuat diharapkan memiliki kandungan asam laktat, viskositas dan pH nya mendekati minuman fermentasi komersial. Nilai target kandungan asam laktat, viskositas dan pH masing-masing secara berturut-turut 0,59%, 0,23 poise dan 3,65. Nilai ini menjadi target dalam proses optimasi kondisi minuman fermentasi.

Tabel 1. Karakteristik produk minuman fermentasi komersial

Analisis	Nilai rata-rata		Rentang	Target
	Produk A	Produk B		
Asam laktat (%)	0,62	0,56	0,56 – 0,62	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 rentang (Tabel 1) merupakan rentang nilai terendah dan tertinggi dari semua sampel yang dianalisis (dua minuman fermentasi komersial). Nilai rentang digunakan dalam proses optimasi apabila nilai analisis tidak tepat dengan nilai target. Namun jika nilai yang dianalisis masuk dalam nilai rentang maka nilai tersebut dipakai sebagai nilai minuman fermentasi. Nilai rentang keasaman terendah sebesar 0,56%, merupakan nilai sampel minuman fermentasi komersial B. Nilai rentang tertinggi 0,62% merupakan nilai sampel minuman fermentasi komersial A. Nilai rentang pH terendah 3,60 merupakan sampel minuman fermentasi komersial A. Nilai rentang pH tertinggi 3,70, nilai sampel minuman fermentasi komersial B. Nilai rentang viskositas terendah 0,21 poise merupakan sampel minuman fermentasi komersial A. Nilai rentang viskositas tertinggi 0,26 poise merupakan nilai sampel minuman fermentasi komersial B.

Kondisi Optimum Asam Laktat

Kandungan asam laktat minuman fermentasi dengan berbagai variasi perlakuan berkisar antara 0,47 – 0,71% (Tabel 2). Kondisi optimum kandungan asam laktat sebesar 0,58% menggunakan *response surface methodology* (RSM) dicapai dengan penambahan inokulum level 5% dan tapioka level 0,7% serta waktu inkubasi 16 jam (Gambar 1).

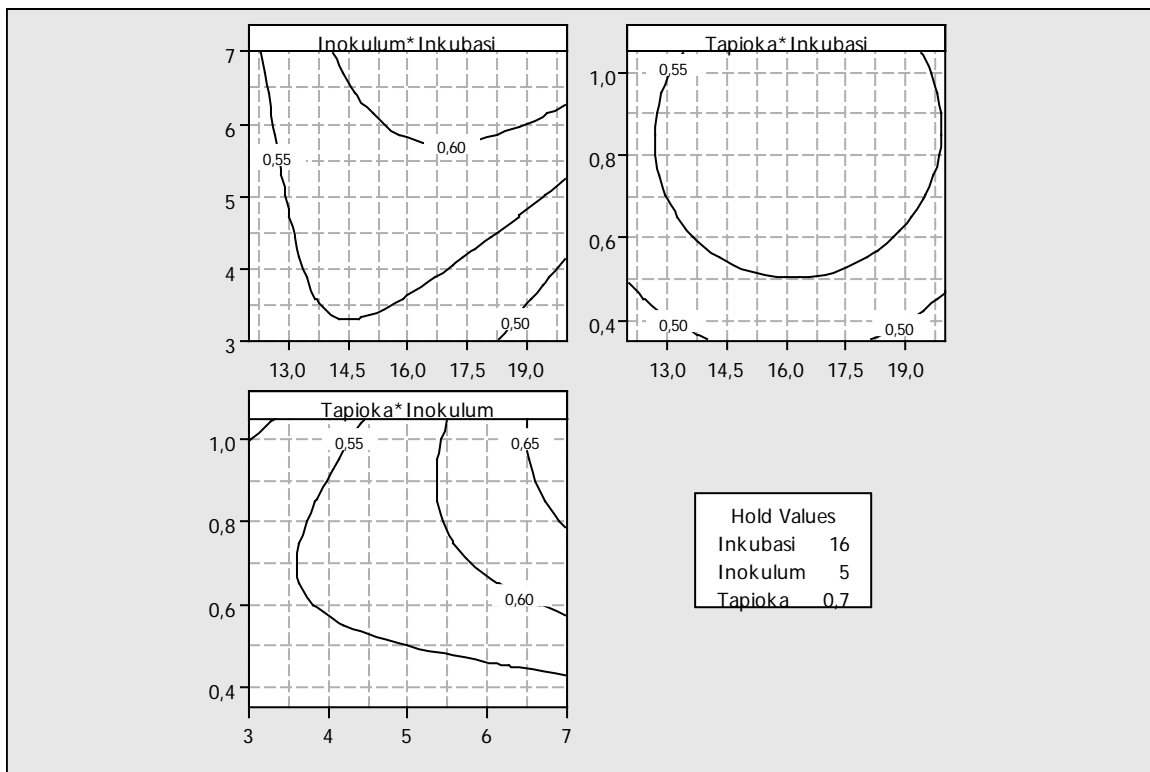
Kandungan asam laktat minuman fermentasi dalam penelitian ini hampir sama dengan kandungan asam laktat minuman fermentasi komersial target (Tabel 1). Kandungan asam laktat minuman fermentasi penelitian ini sebesar 0,58%, masih lebih baik dibandingkan dengan penelitian yang

dilaporkan Pescuma dkk. (2010) dari bahan *whey* protein konsentrat. 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%) menggunakan *Lactobacillus acidophilus* CRL 636. Perbedaan tersebut kemungkinan karena perbedaan spesies bakteri yang digunakan serta sumber nutrisi bakteri. Sumber nutrisi penelitian ini selain dari kandungan laktosa *whey* dangke sebesar 5,08%, juga dari tepung tapioka yang ditambahkan dalam pembuatan produk sebesar 0,7%. Buchanan dan Gibbons (1975) mengemukakan *Lactobacillus acidophilus* memperlihatkan reaksi positif dengan reaksi 90% terhadap karbohidrat *amygdalia*, sellobiosa, fruktosa, galaktosa, glukosa (asam), laktosa, maltosa, manosa, salicin, sukrosa, trehalosa dan asculin. Melibiosa dan raffinosa memperlihatkan reaksi positif hanya pada beberapa strain saja. Gliserol inositol, inulin dan pati, dekstrin, dulcitol sangat jarang difermentasi.

Tabel 2. Desain eksperimen RSM kandungan asam laktat *whey* fermentasi

No	Inkubasi (jam)	Inokulum (%)	Tapioka (%)	Asam laktat (%)
1	16(0)	5(0)	0.7(0)	0.5800
2	12(-1)	3(-1)	0.7(0)	0.5309
3	20(1)	3(-1)	0.7(0)	0.4662
4	20(1)	7(1)	0.7(0)	0.6398
5	16(0)	7(1)	1.05(1)	0.7071
6	20(1)	5(0)	1.05(1)	0.5039
7	12(-1)	5(0)	1.05(1)	0.5024
8	12(-1)	5(0)	0.35(-1)	0.5004
9	16(0)	3(-1)	0.35(-1)	0.4862
10	16(0)	3(-1)	1.05(1)	0.5093
11	16(0)	7(1)	0.35(-1)	0.4952
12	16(0)	5(0)	0.7(0)	0.5800
13	16(0)	5(0)	0.7(0)	0.5800
14	20(1)	5(0)	0.35(-1)	0.4881
15	12(-1)	7(1)	0.7(0)	0.5270

Hadiwiyoto (1983); Tamime dan Robinson (1999) mengemukakan untuk membuat yogurt, umumnya dibutuhkan penambahan starter kurang lebih 2% dari jumlah susu. Namun level tersebut masih terlalu rendah jika diaplikasikan pada penelitian ini, sehingga target asam laktat yang diinginkan tidak tercapai. Keadaan ini disebabkan karena penelitian ini menggunakan *whey* dangke dengan total padatan rendah yaitu sekitar 6,95%. Hasil analisis diperoleh bawa level inokulum 5% (Gambar 1) sangat baik digunakan



Gambar 1. Kontur kondisi asam laktat optimum produk minuman whey Fermentasi

Keterangan : * tinjauan antara 2 perlakuan

untuk menghasilkan kondisi optimal *whey* fermentasi dan berpotensi tercapainya target asam laktat jika dikombinasikan dengan waktu inkubasi 16 jam serta penambahan tapioka level 0.7%. Keadaan ini sejalan dengan penelitian yang dilaporkan Kar dan Misra (1999) berbahan *channa whey* dengan menggunakan kombinasi *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dan *S. thermophilus* (1:1), bahwa level inokulum 4% sangat baik digunakan pada bahan dengan kandungan total padatan rendah seperti *whey* berdasarkan kandungan asam laktat dan penghambatan terhadap bakteri patogen.

Penggunaan *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 sebagai *starter* dalam penelitian ini, membutuhkan waktu inkubasi 16 jam untuk menghasilkan kandungan asam laktat berdasarkan target yang diinginkan. Widodo (2003) mengemukakan bahwa *L. acidophilus* tumbuh lebih lambat dibanding kultur *starter* yogurt lainnya seperti *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*. Waktu inkubasi yang diperlukan *L. acidophilus* untuk menurunkan pH medium susu fermentasi mencapai pH 4,5 sekitar 17-18 jam dibanding 4 jam waktu yang sama dibutuhkan oleh *starter* yogurt. Hal yang sama dilaporkan Gupta dkk. (1996) bahwa aktivitas *L. acidophilus* strain I, 111, H 1899, R dan 301 dengan level 10% pada media susu segar steril, akan menghasilkan produksi asam bervariasi antara 0,2 – 1,1% setelah diinkubasi selama 16 jam. Hal

tersebut memperjelas bahwa *L. acidophilus* memperlihatkan aktivitas maksimalnya setelah inkubasi sekitar 16 jam, hanya saja kemampuan aktivitas antara setiap strain berbeda-beda.

Penambahan tapioka level 0,7% sangat baik digunakan untuk menghasilkan minuman fermentasi dengan bahan *whey* dangke. Level ini berpotensi tercapainya target asam laktat apabila dikombinasikan dengan waktu inkubasi 16 jam serta level inokulum 5% (Gambar 1). Penelitian Jimoh dan Kalapo (2007) dapat digunakan sebagai pembandingan dengan hasil penelitian. Penelitian tersebut membandingkan perlakuan penambahan tepung tapioka 0,5% dan tanpa penambahan tapioka untuk pembuatan soy-yogurt, kemudian diinokulasi dengan kultur yogurt komersial (50:50 campuran *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*). Asam laktat yang dihasilkan perlakuan dengan dan tanpa tapioka setelah inkubasi 12 jam adalah masing-masing 0,31% dan 0,36%. Perbedaan kandungan asam laktat tersebut disebabkan perbedaan bahan atau media pertumbuhan, jenis bakteri, level serta waktu inkubasi. Sendra dkk. (2008); Kailasapathy dkk. (2008) mengemukakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas *Lactobacillus* dalam yogurt antara lain strain bakteri probiotik, ketersediaan nutrisi, level inokulasi, waktu inkubasi, suhu inkubasi dan kondisi penyimpanan, pH, konsentrasi gula (tekanan osmotik), kandungan padatan susu, dan suhu penyimpanan.

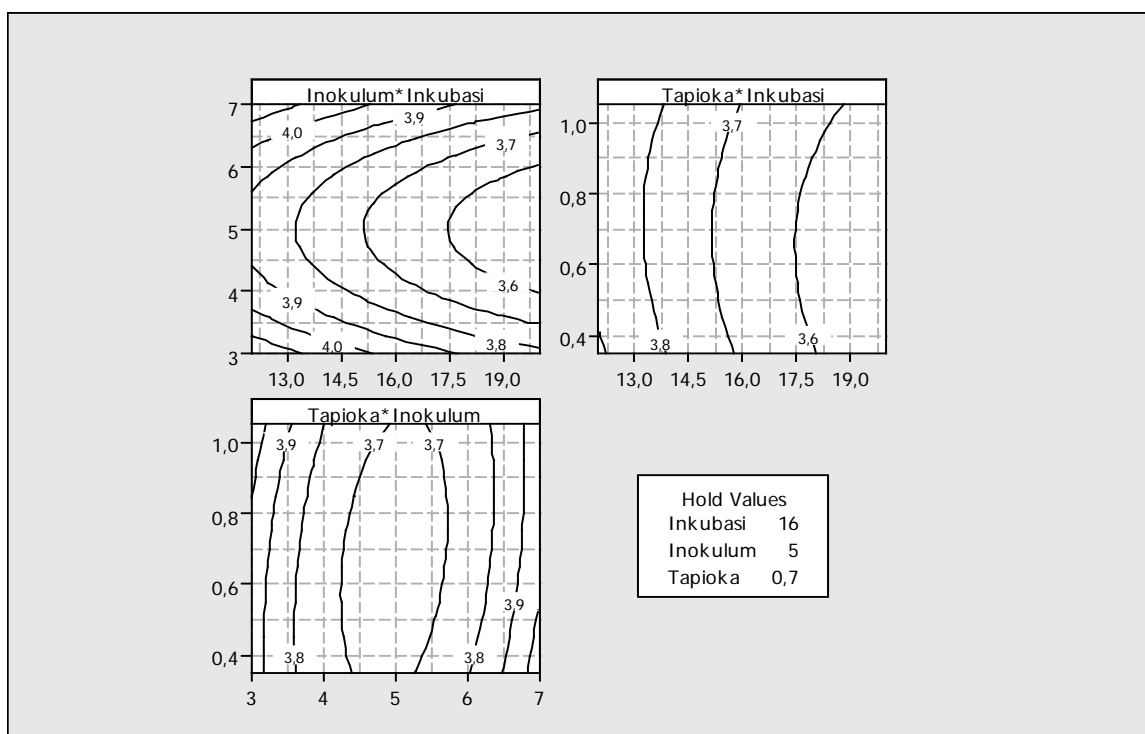
Kondisi Optimum pH

Nilai pH minuman fermentasi dengan berbagai variasi perlakuan berkisar antara 4,31– 3,66 (Tabel 3). Kondisi optimum pH yaitu sekitar 3,7 menggunakan *response surface methodology* (RSM) dicapai pada level inokulum 5%, waktu inkubasi 16 jam dan level tapioka 0,7%. Kontur kondisi optimal setelah dianalisis RSM dapat dilihat pada Gambar 2. Kondisi optimum ini ditentukan dengan menggunakan target pH minuman fermentasi komersial sebesar 3,65 dengan rentang 3,60 – 3,70 (Tabel 1).

Nilai pH optimal 3,70 yang diperoleh pada penelitian ini hampir sama dengan pH minuman fermentasi komersial (Tabel 1), namun masih lebih rendah dari penelitian yang dilaporkan Pescuma dkk. (2010) dari bahan *whey* protein konsentrat. Nilai pH yang dilaporkan setelah 12 dan 24 jam inkubasi masing-masing hanya sekitar 5,5 dan 4,8 dengan menggunakan *L. acidophilus* CRL 636. Demikian halnya yang dikemukakan Widodo (2003) bahwa untuk menurunkan pH medium susu fermentasi mencapai pH 4,5, *L. acidophilus* memerlukan waktu inkubasi sekitar 17-18 jam. Yusmarini dan Effendi (2004) melaporkan nilai pH soygurt yang ditambahkan laktosa setelah diinkubasi 18 jam dengan bakteri *S. Thermophilus* dan *L. bulgaricus* berkisar 3,96. Hal ini disebabkan perbedaan jenis dan strain bakteri yang digunakan.

Tabel 3. Desain eksperimen RSM nilai pH dari whey fermentasi

No	Inkubasi (jam)	Inokulum (%)	Tapioka (%)	pH
1	16(0)	5(0)	0.7(0)	3.66
2	12(-1)	3(-1)	0.7(0)	4.26
3	20(1)	3(-1)	0.7(0)	3.70
4	20(1)	7(1)	0.7(0)	3.75
5	16(0)	7(1)	1.05(1)	3.93
6	20(1)	5(0)	1.05(1)	3.67
7	12(-1)	5(0)	1.05(1)	3.79
8	12(-1)	5(0)	0.35(-1)	3.81
9	16(0)	3(-1)	0.35(-1)	3.97
10	16(0)	3(-1)	1.05(1)	4.09
11	16(0)	7(1)	0.35(-1)	4.02
12	16(0)	5(0)	0.7(0)	3.66
13	16(0)	5(0)	0.7(0)	3.66
14	20(1)	5(0)	0.35(-1)	3.64
15	12(-1)	7(1)	0.7(0)	4.31



Gambar 2. Kontur kondisi pH optimum produk minuman whey Fermentasi

Keterangan: * tinjauan antara 2 perlakuan

Strain *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051 level 5% yang digunakan dalam penelitian ini tergolong memiliki aktivitas yang lebih baik dibanding beberapa strain *L.acidophilus* yang dilaporkan beberapa penelitian sebelumnya. Penelitian Gupta dkk. (1996) menggunakan strain I, 111, H 1899, R dan 301 dengan level 10% pada susu segar steril, setelah diinkubasi selama 16 jam pH akhir hanya sekitar 6,5 – 3,9 dengan produksi asam 0,2 – 1,1%. Hasil penelitian Srinivas dkk. (1990) dilaporkan bahwa, *L.acidophilus* strain Hansen, Base, 111ML, Russian dan NRRL-B629 dengan level inokulum 2%. Hasilnya setelah diinkubasi 8 jam dalam media *Lactobacillus Selection Broth* (LBS) dan ditambahkan laktosa, memperlihatkan pH akhir hanya sekitar 5,22 – 5,40, dan produksi asam hanya sekitar 0,08 – 0,20%.

Perbedaan nilai pH penelitian ini dengan beberapa hasil penelitian yang disebutkan sebelumnya, disebabkan perbedaan dalam bahan atau media pertumbuhan, jenis dan strain bakteri, level inokulum, waktu inkubasi, serta ketersediaan nutrisi. Sendra dkk. (2008); Kailasapathy dkk. (2008) mengemukakan bahwa, faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas *Lactobacillus* dalam yogurt antara lain strain bakteri probiotik, ketersediaan nutrisi, level inokulasi, suhu inkubasi, waktu fermentasi dan kondisi penyimpanan, pH, konsentrasi gula (tekanan osmotik), kandungan padatan susu, dan suhu penyimpanan.

Kondisi Optimum Viskositas

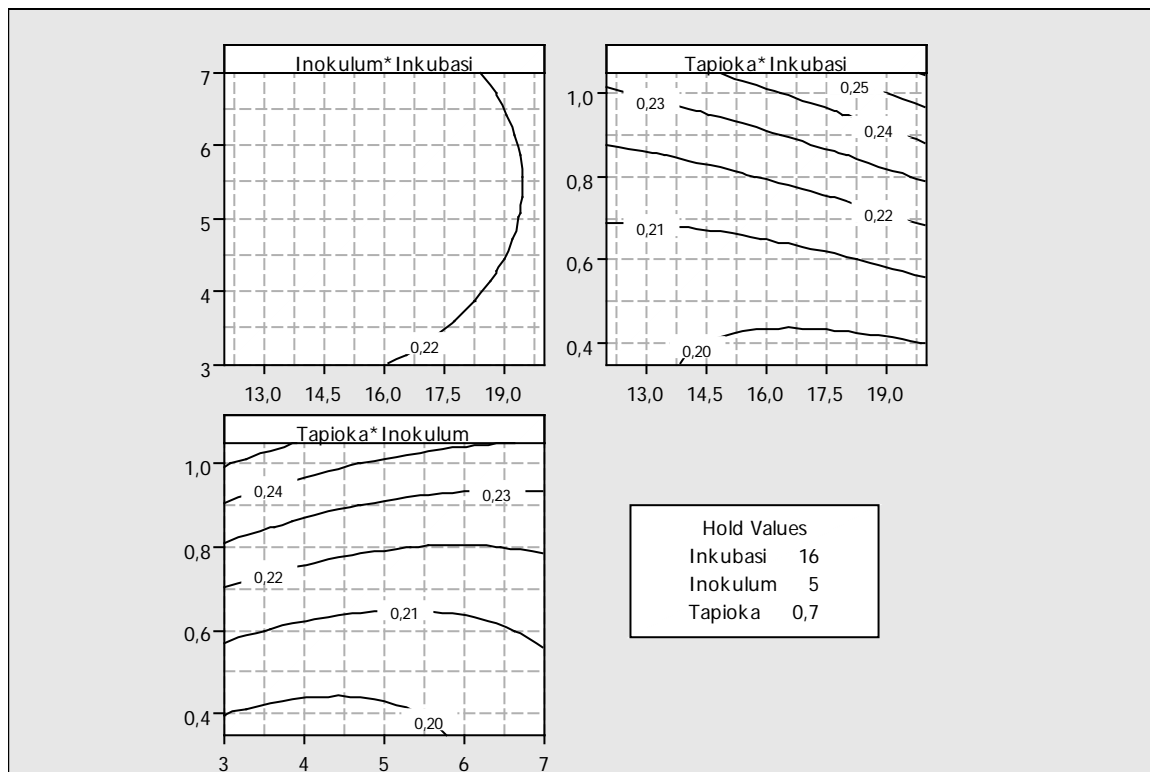
Viskositas minuman fermentasi dengan berbagai variasi perlakuan berkisar antara 0,20 – 0,27 poise (Tabel 4). Kondisi optimum viskositas minuman fermentasi sebesar 0,21 poise menggunakan *response surface methodology* (RSM) dicapai dengan penambahan tapioka level 0,7% dan level inokulum 5% serta waktu inkubasi 16 jam (Gambar 3). Kondisi optimum ini ditentukan dengan menggunakan target viskositas minuman fermentasi komersial sebesar 0,23 poise dengan rentang 0,21 – 0,26 poise (Tabel 1).

Viskositas atau kekentalan minuman fermentasi dalam penelitian ini menggunakan level tapioka 0,7% dan menghasilkan viskositas optimal 0,21 poise. Ditinjau dari level tapioka yang digunakan untuk menghasilkan

kondisi optimal, maka level tapioka yang digunakan dalam penelitian ini masih lebih besar jika dibandingkan dengan penelitian yang dilaporkan Gallardo Escamilla dkk. (2007) bahwa untuk mencapai target viskositas produk minuman fermentasi berbahan dasar *whey* rennet sekitar $0,25 \pm 0,02$ poise dibutuhkan *high-methoxy pectin* (HMP) sebesar 0,53%, *carboxymethyl cellulose* (CMC) sebesar 0,16%, *propylene-glycol alginate* (PGA) sebesar 0,32% dan *xanthan gum* (XG) sebesar 0,26%. Perbedaan ini disebabkan karena kemampuan mengontrol viskositas setiap hidrokoloid berbeda-beda, sehingga dibutuhkan eksperimen penentuan level untuk mencapai target viskositas. Namun jika ditinjau dari viskositas optimal minuman fermentasi pada penelitian ini, viskositasnya masih berada pada kisaran viskositas produk minuman yang dilaporkan Cruz dkk.(2008). Produk tersebut menggunakan campuran *whey* keju mentega (WBC) dan jus acerola (AJ). Viskositas B1 (50%WBC,50%AJ) 0,24 poise, B2 (70% WBC,30%AJ) 0,17 poise dan B3 (30%WBC, 70% AJ) 0,27 poise.

Tabel 4. Desain eksperimen RSM viskositas *whey* fermentasi

No	Inkubasi (jam)	Inokulum (%)	Tapioka (%)	Viskositas (poise)
1	16(0)	5(0)	0.7(0)	0.21
2	12(-1)	3(-1)	0.7(0)	0.22
3	20(1)	3(-1)	0.7(0)	0.22
4	20(1)	7(1)	0.7(0)	0.22
5	16(0)	7(1)	1.05(1)	0.24
6	20(1)	5(0)	1.05(1)	0.27
7	12(-1)	5(0)	1.05(1)	0.23
8	12(-1)	5(0)	0.35(-1)	0.20
9	16(0)	3(-1)	0.35(-1)	0.20
10	16(0)	3(-1)	1.05(1)	0.26
11	16(0)	7(1)	0.35(-1)	0.20
12	16(0)	5(0)	0.7(0)	0.21
13	16(0)	5(0)	0.7(0)	0.21
14	20(1)	5(0)	0.35(-1)	0.20
15	12(-1)	7(1)	0.7(0)	0.22



Gambar 3. Kontur kondisi viskositas optimum produk minuman whey fermentasi
 keterangan : * tinjauan antara 2 perlakuan

KESIMPULAN

Karakteristik produk minuman fermentasi komersial adalah kandungan asam laktat 0,59%, viskositas 0,23 poise dan pH 3,65 dengan rentang kandungan asam laktat 0,56 – 0,62%, rentang viskositas 0,21 – 0,26 poise dan rentang pH 3,60 – 3,70. Karakteristik tersebut dapat didekati dengan mengoptimasi kondisi fermentasi menggunakan metode RSM. Karakteristik minuman fermentasi dengan bahan whey dangke adalah kandungan asam laktat 0,58%, viskositas 0,21 poise dan pH 3,7. Karakteristik tersebut diperoleh pada kondisi inkubasi 16 jam, menggunakan level inokulum 5% *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051, serta penambahan tapioka level 0,7%.

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.

Almeida, K.E., Tamime, A.Y. dan Oliveira, M.N. (2008). Acidification rates of probiotic in Minas frescal cheese whey. *LWT-Food Science and Technology* 41: 311-316.

AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis*. AOAC International, USA.

Buchanan, R.E. dan Gibbons, N.E. (1975). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Waverly Press, Inc, USA.

Cruz, A.G., Sant'Ana, A.de S. Macchione, M.M., Teixeira, A.M. dan Schmidt, F.L. (2009). Milk drink using whey buuter cheese(*queijo manteiga*) and acerola juice as a potential source of vitamin C. *Journal Food Bioprocess Technology* 2: 368-373.

De Castro, F.P., Cunha, T.M., Ogliari, P.J., Teofilo, R.F., Ferreira, M.M.C. dan Prudencio, E.S. (2009). Influence of different content of cheese whey and oligofructose on the properties of fermented lactic beverages: study using response surface methodology. *LWT-Food Science and Technology* 42: 993-997.

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.
- Gupta, P.K., Mital, B.K. dan Garg, S.K. (1996). Characterization of *Lactobacillus acidophilus* strains for use as dietary adjunct. *International Journal of Food Microbiology* **29**: 105-109.
- Hadiwiyoto, S. (1983). *Hasil-hasil Olahan Susu, Ikan, Daging dan Telur*. Libery, Yogyakarta.
- 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., Harmstorf, I. dan Philips, M. I. (2008). Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* stirred fruit yogurts. *LWT-Food Science and Technology* **41**: 1317-1322.
- Kar, T. dan Misra, A.K. (1999). Therapeutic properties of whey used as fermented drink. *Revista Microbiologia* **30**: 163-169.
- 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.
- 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 Williams, P.A. (2000). *Handbook of Hydrocolloid*. CRC press, Washinton D.C.
- 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.
- Srinivas, D., Mital, B.K. dan Garg, S.K. (1990). Utilization of sugars by *Lactobacillus acidophilus* strains. *International Journal of Food Microbiology* **10**: 51-58.
- Sudjana. (2002). *Desain dan Analisis Eksperimen*. Tarsito, Bandung.
- Tamime, A.Y. dan Robinson, R.K. (1999). *Yoghurt, Science and Technology*, 2nd edition. Woodhead Publishing Ltd., Crambridge, England.
- Vinderola, C.G., Gueimonde, M., Delgado, T., Reinheimer J.A. dan de los Reyes - Gavilan, C.G. (2000). Characteristics of carbonated fermented milk and survival of probiotik bacteria. *International Dairy Journal* **10**: 213-220.
- Widodo (2003). *Bioteknologi Industri Susu*. Lacticia Press, Yogyakarta.
- Yusmarini dan Efendi, R. (2004). Evaluasi mutu soygurt yang dibuat dengan penambahan beberapa jenis gula. *Jurnal Natur Indonesia* **6**: 104-110.