

MEKANISME BIOKIMIAWI DAN OPTIMALISASI *Lactobacillus bulgaricus* DAN *Streptococcus thermophilus* DALAM PENGOLAHAN YOGHURT YANG BERKUALITAS

BIOCHEMISTRY MECHANISM AND OPTIMIZATION *Lactobacillus bulgaricus* AND *Streptococcus thermophilus* IN PROCESSING QUALITY YOGHURT

David Richard Hendarto^{1,*}, Arita Putri Handayani¹, Elisa Esterelita¹, Yoga Aji Handoko¹

¹Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga, Indonesia

*email korespondensi: yoga.handoko@uksw.edu

Abstrak

Yoghurt merupakan produk olahan susu menjadi minuman asam terfermentasi yang terbuat dari starter bakteri asam laktat. Beberapa manfaat mengonsumsi yoghurt adalah dapat menurunkan kadar kolesterol darah, menjaga kesehatan lambung dan mencegah penyakit kanker pada saluran pencernaan. terdapat dua bakteri yang merupakan kombinasi kultur paling bagus untuk pembuatan yoghurt yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dengan kondisi optimum untuk pertumbuhannya adalah pH 5,5 dengan suhu 37°C dan *Streptococcus thermophilus* dengan kondisi optimum untuk pertumbuhannya adalah pH 6,8 dengan suhu 37°C. Mekanisme biokimiawi pembentukan asam laktat oleh *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* terjadi melalui proses pembentukan glukosa menjadi asam laktat yang berlangsung dalam keadaan anaerob. Proses glikolisis juga turut berperan dalam terbentuknya asam laktat melalui jalur EMP. Enzim-enzim yang terlibat meliputi enzim glukokinase, fosfoglukoisomerase, fosfofruktokinase, a-ldolase, gliseraldehid-3-fosfatdehidrogenase, fosfoglisarat kinase, fosfglisomeromutase, enolase, piruvatkinase dan dehidrogenase. Optimalisasi *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* pada proses pengolahan yoghurt yang berkualitas dapat diperhatikan 2 faktor utama yang mempengaruhi yaitu suhu pertumbuhan kedua bakteri yang harus optimal 42°C serta pH yang optimal 6,15.

Kata kunci : *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, Biokimiawi, Optimalisasi, Yoghurt

Abstract

Yogurt is a dairy product that becomes a fermented acidic drink made from a starter of lactic acid bacteria. Some of the benefits of consuming yogurt can reduce blood cholesterol levels, maintain stomach health and prevent cancer of the digestive tract. There are two bacteria which are the best combination of cultures for making yogurt, namely *Lactobacillus bulgaricus* with optimum conditions for its growth is pH 5.5 with a temperature of 37°C and *Streptococcus thermophilus* with optimum conditions for growth is pH 6.8 with a temperature of 37°C. The formation of lactic acid by *L. bulgaricus* and *S. thermophilus* occurs through the process of forming glucose into lactic acid which takes place under anaerobic conditions. The glycolysis process also plays a role in the formation of lactic acid via the EMP pathway. The enzymes involved include the enzyme glucokinase, phosphoglucosomerase, phosphofruktokinase, a-ldolase, glyceraldehyde-3-phosphatdehidrogenase, phosphoglycerate kinase, phosphoglyceromutase, enolase, pyruvatkinase and dehydrogenase. Optimization of *L. bulgaricus* and *S. thermophilus* in the processing of quality yogurt can be considered 2 main factors that influence the growth temperature of the two bacteria that must be optimal 42°C and optimal pH 6.15.

Keywords: *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, Biochemistry, Optimalitation, Yogurt

Pendahuluan

Yoghurt merupakan produk olahan susu menjadi minuman asam terfermentasi yang terbuat dari starter bakteri asam laktat [1]. Bakteri yang hidup dalam yoghurt juga menyumbang enzim laktase yang diperlukan untuk mencerna sisa gula susu yang ada dalam yoghurt. Tingkat keawetan yoghurt lebih tinggi bila dibandingkan dengan tingkat keawetan susu segar, karena di dalam yoghurt terdapat asam laktat yang mampu memberikan keawetan pada yoghurt sehingga asam laktat tersebut dapat dikatakan sebagai pengawet alami yoghurt [2]. Susu segar jika dibiarkan dalam

beberapa jam akan ditumbuhi bakteri sehingga menjadi cepat basi. Berbeda dengan yoghurt yang dapat bertahan hingga beberapa hari jika dibiarkan. Asam laktat dari bakteri pada yoghurt, menyebabkan lingkungan yang asam sehingga banyak bakteri lain yang terhambat pertumbuhannya [3].

Beberapa manfaat mengonsumsi yoghurt adalah dapat menurunkan kadar kolesterol darah, menjaga kesehatan lambung dan mencegah penyakit kanker pada saluran pencernaan. Enzim laktase pada usus halus dapat memfermentasikan laktosa pada yoghurt ke dalam asam laktat, sehingga aman untuk dikonsumsi. Yoghurt

mengandung bakteri hidup sebagai probiotik yaitu meningkatkan sistem kekebalan (imun) pada tubuh. Asam laktat pada yoghurt dapat merangsang gerakan peristaltik dalam saluran pencernaan tubuh manusia sehingga terjadi peningkatan proses pencernaan, penyerapan, pembuangan feses, serta pembuangan bakteri atau patogen [4]. Beberapa spesies bakteri yang mampu berperan dalam pembuatan yoghurt antara lain *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus bifidus* [5]. Namun dari beberapa spesies bakteri tersebut, terdapat dua bakteri yang merupakan kombinasi kultur paling bagus untuk pembuatan yoghurt, karena terjadi simbiosis mutualisme saat proses fermentasi yoghurt berlangsung.

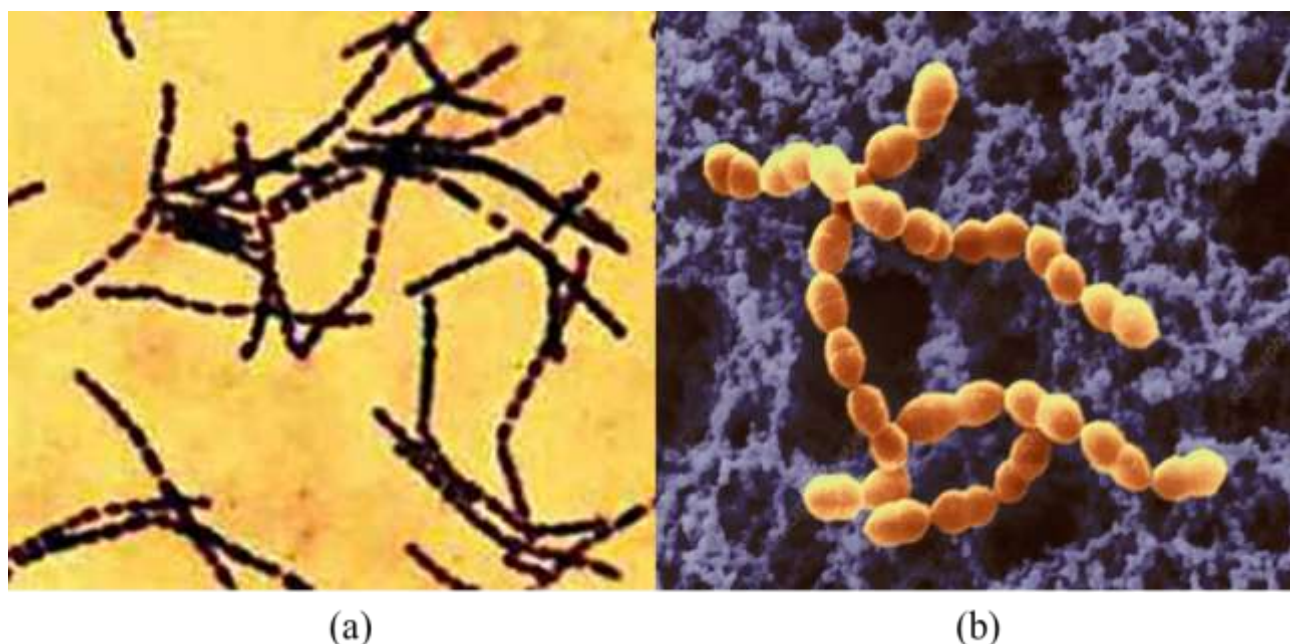
Kedua bakteri tersebut adalah *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, dimana *L. bulgaricus* akan menghasilkan asam amino dan peptide pendek yang dapat memicu pertumbuhan *S. thermophilus* dan *S. thermophilus* sendiri memproduksi asam format yang dapat membantu pertumbuhan *L. bulgaricus* [6]. Kedua bakteri tersebut, memiliki peran yang berbeda dalam proses fermentasi yoghurt dimana *L. bulgaricus* lebih berperan dalam pembentukan aroma, sedangkan *S. thermophilus* lebih berperan dalam pembentukan cita rasa dan tingkat keasaman yang dihasilkan [7]. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka tujuan dari artikel review ini adalah untuk mengkaji mekanisme biokimiawi pembentukan asam laktat

oleh *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* serta menelaah optimalisasi *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* pada proses pengolahan susu menjadi yoghurt yang berkualitas.

Hasil dan Diskusi

Karakteristik Morfologi dan Fisiologi *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*

L. bulgaricus merupakan bakteri yang tergolong gram positif berbentuk batang, tidak membentuk endospora, bersifat homofermentatif (dalam fermentasi menghasilkan asam laktat sebagai produk utama), mikroaerofilik, tidak mencerna kasein, tidak memproduksi indol dan H₂S, tidak memproduksi enzim katalase dan bukan patogen. Kondisi optimum untuk pertumbuhannya adalah pH 5,5 dengan suhu 37°C. *S. thermophilus* termasuk bakteri gram positif berbentuk bulat, tidak mempunyai spora, bersifat nonmotil dan fakultatif anaerob, katalase negatif. Kondisi optimum untuk pertumbuhannya adalah pH 6,8 dengan suhu 37°C [8]. *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* memiliki kesamaan sifat yaitu litmus yang kuat, tidak tahan garam dan bersifat termodurik (mampu bertahan hidup pada suhu yang tinggi). Bakteri termodurik tumbuh optimal pada suhu 20-37°C dengan suhu pertumbuhan minimum 5-10°C. Berdasarkan kebutuhannya terhadap oksigen, bakteri ini tergolong anaerob fakultatif (dapat hidup dengan atau tanpa adanya oksigen) [2]. Berikut morfologi dari bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*.



Gambar 1. Morfologi bakteri asam laktat, (a) *L. bulgaricus* [9] dan (b) *S. thermophilus* [10]

Adapun klasifikasi dari *L. bulgaricus* menurut [11] adalah:

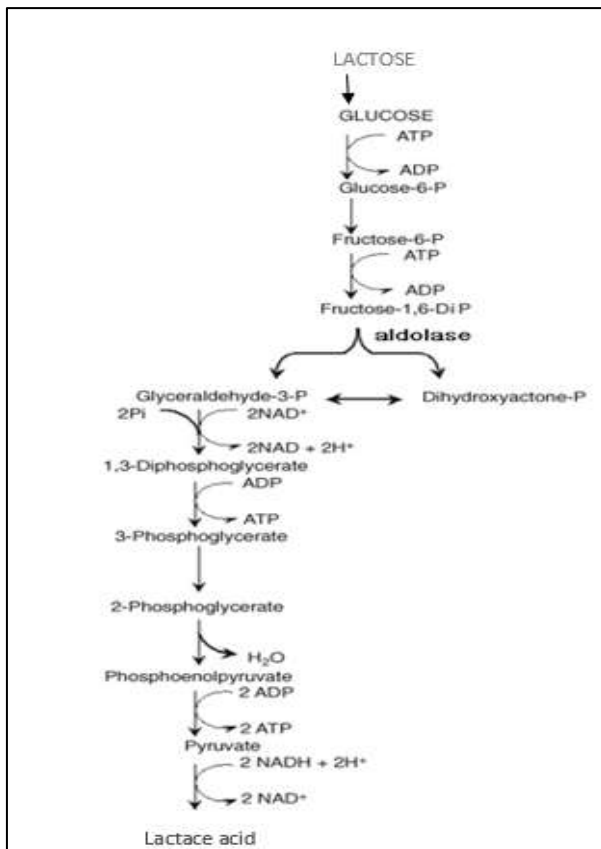
Kelas : *Bacilli*
 Ordo : *Lactobacillales*
 Famili : *Lactobacillaceae*
 Genus : *Lactobacillus*
 Spesies : *Lactobacillus delbrueckii*
 Subspesies : *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus*

Sedangkan klasifikasi dari *S. thermophilus* menurut [12] adalah :

Kelas : *Bacilli*
 Ordo : *Lactobacillales*
 Famili : *Streptococaceae*
 Genus : *Streptococcus*
 Spesies : *Streptococcus thermophilus*

Mekanisme Biokimiawi Asam Laktat oleh L. bulgaricus dan S. thermophilus

Dalam proses pembentukan laktosa dalam susu menjadi asam laktat oleh *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* terjadi mekanisme biokimiawi yang terjadi melalui proses glikolisis (jalur Embden-Mayerhoff Parnass/EMP). Berikut ini adalah skema proses pembentukan laktosa menjadi asam laktat melalui jalur EMP:



Gambar 2. Proses pembentukan laktosa menjadi asam laktat melalui jalur EMP

Dari gambar tersebut dapat diuraikan proses mekanisme pembentukan laktosa menjadi asam laktat dapat diuraikan sebagai berikut sebagai: pada awal proses, laktosa yang berasal dari susu dihidrolisis dalam sel bakteri β -D-galaktosidase menjadi glukosa dan galaktosa serta oleh enzim β -D-fosfogalaktosidase menjadi glukosa dan galaktosa-6-fosfat. Kemudian, glukosa yang dihasilkan melalui jalur EMP berubah menjadi asam piruvat dan akhirnya enzim *laktat-dehidrogenase* mengubah asam piruvat menjadi asam laktat [14]. [15] juga mengatakan bahwa perombakan laktosa menjadi asam laktat oleh bakteri homofermentatif seperti *Streptococcus* dan beberapa spesies *Lactobacillus* terjadi melalui proses glikolisis (jalur Embden-Mayerhoff Parnass/EMP) dengan mengubah laktosa menjadi asam piruvat kemudian dipecah menjadi asam laktat. EMP merupakan salah satu jalur pemecahan glukosa menjadi asam piruvat pada mikroorganisme. EMP tidak memerlukan oksigen dalam prosesnya dan terjadi pada sitoplasma.

Mekanisme biokimiawi pada gambar 2 tersebut dapat diuraikan sebagai berikut: Tahapan pertama, terjadi proses fosforilasi D-Glukosa oleh ATP sehingga terbentuk molekul glukosa-6-fosfat. Reaksi ini dibantu oleh enzim glukokinase (hati) dengan kofaktor Mg^{2+} dan Mn^{2+} . Selanjutnya, molekul tersebut akan mengalami perubahan gugus fungsi oleh enzim *fosfoglukoisomerase* dan kofaktor Mg^{2+} menjadi fruktosa-6-fosfat. Tahap selanjutnya ialah proses pengaktifan kedua perubahan fruktos-6-fosfat menjadi fruktosa-1,6- diphosfat yang dikatalis oleh enzim *fosfofruktokinase* dan kofaktor Mg^{2+} [16].

Proses selanjutnya yaitu molekul fruktosa-1,6-diphosfat akan diubah menjadi 2 molekul triosa fosfat oleh enzim *aldolase* dalam bentuk 1 molekul dihidroksi aseton fosfat dan 1 molekul Gliseraldehid-3-fosfat. Dihidroksi aseton yang terbentuk kembali akan mengalami perubahan gugus fungsi menjadi Gliseraldehid-3-fosfat, dengan demikian akhirnya akan terbentuk 2 molekul Gliseraldehid-3-fosfat. Setiap molekul Gliseraldehid-3-fosfat akan mengalami dehidrogenase oleh enzim *gliseraldehid-3-fosfatdehidrogenase*, $NADH^+$ dan ion fosfat sehingga terbentuk molekul 1,3- fosfoglisarat dan $NADH^+$. Tahap selanjutnya yaitu tahap penyimpanan energi pertama dalam bentuk ATP (Adenosin triphosfat) hasil dari perubahan 1,3-fosfoglisarat menjadi 3-fosfoglisarat oleh bantuan enzim *fosfoglisarat kinase* dan kofaktor Mg^{2+} . Molekul ini akan mengalami mutasi ion menjadi 2-phosfoglisarat dengan bantuan enzim

phosfglisieromutase. Enzim *enolase* akan merubah 2-phosfoglierat menjadi phosfoenolpirufat. Selanjutnya phosfoenolpirufat akan diubah menjadi asam piruvat dengan bantuan enzim *piruvatkinase*. Pada tahap akhir asam piruvat akan diubah menjadi asam laktat dengan oleh bakteri asam laktat dengan bantuan enzim laktat *dehydrogenase*. Seluruh proses biokimiawi terbentuknya asam laktat tersebut oleh *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* dalam keadaan anaerob [16].

Aroma yang khas dan tajam pada yoghurt merupakan peran dari *L. bulgaricus*. *Lactobacillus* juga menghasilkan substansi-substansi yang bersifat menghambat terhadap pertumbuhan mikroba yang tidak sesuai. Produk metabolit utama dari bakteri ini adalah asam laktat dan komponen aroma seperti asetildehid dan diasetil. *Lactobacillus* menghasilkan hidrogen peroksida

(H_2O_2) dan senyawa penghambat (bulgarikan). Produk menjadi lebih awet karena bakteri yang tidak diinginkan terhambat pertumbuhannya oleh *Lactobacillus*. *S. thermophilus* dalam pertumbuhannya lebih cepat serta menghasilkan asam dan karbondioksida. Cita rasa dan tingkat keasaman dalam yoghurt juga dipengaruhi oleh *S. thermophilus* karena perannya dalam menurunkan pH. Selain itu, aroma yang ditimbulkan pada yoghurt juga merupakan akibat peran dari *S. thermophilus* [3].

Optimalisasi Pertumbuhan Dan Efektivitas Kinerja L. bulgaricus dan S. thermophilus untuk Menghasilkan Produksi Yoghurt yang Berkualitas

Menurut [17], kriteria yoghurt yang baik adalah berdasarkan pada SNI 2981: 2009 adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Kriteria yoghurt menurut SNI 2981: 2009

No	Kriteria Uji	Satuan	Yoghurt tanpa perlakuan Panas setelah fermentasi			Yoghurt dengan perlakuan Panas setelah fermentasi		
			Yoghurt	Yoghurt rendah lemak	Yogurt tanpa lemak	Yoghurt	Yoghurt rendah lemak	Yoghurt tanpa lemak
1	Keadaan							
1.1	Penampakan	-	Cairan kental –padat			Cairan kental –padat		
1.2	Bau	-	Normal/khas			Normal/khas		
1.3	Rasa	-	Asam/khas			Asam/khas		
1.4	Konsentrasi	-	Homogen			Homogen		
2	Kadar lemak (b/b)	%	Min.0,3	0,6-2,9	Maks 0,5	Min.0,3	0,6-2,9	Maks 0,5
3	Total padatan susu bukan lemak (b/b)	%	Min. 8,2			Min. 8,2		
4	Protein (Nx6,38) (b/b)	%	Min. 2,7			Min. 2,7		
5	Kadar abu (b/b)	%	Maks 1,0			Maks 1,0		
6	Keasaman (dihitung sebagai asam laktat) (b/b)	%	0,5-2,0			0,5-2,0		
7	Cemaran logam							
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 0,3			Maks 0,3		
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 20,0			Maks 20,0		
7.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks 40,0			Maks 40,0		
7.4	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks 0,03			Maks 0,03		
8	Arsen	mg/kg	Maks 0,1			Maks 0,1		
9	Cemaran mikroba							
9.1	Bakteri <i>Coliform</i>	APM/g atau koloni/g	Maks 10			Maks 10		
9.2	<i>Salmonella</i>	-	Negatif/25 g			Negatif/25 g		
9.3	<i>Listeria monocytogenes</i>	-	Negatif/25 g			Negatif/25 g		
10	Jumlah bakteri starter	Koloni/g	Min.10 ⁷			-		

Sumber: BSN (2009)

Asam laktat adalah salah satu ciri khas dari produk yoghurt, yang terbentuk dari hasil fermentasi antara karbohidrat susu (laktosa) dengan bakteri sehingga dapat memproduksi asam laktat kurang lebih 0,73%-1,92%. Dalam masa pertumbuhannya, bakteri akan menggunakan laktosa untuk sumber energi dan karbon. Tingkat keasaman yoghurt dapat ditentukan dari derajat pH yang dimiliki. pH berpengaruh terhadap kualitasnya, yoghurt yang memiliki pH asam apabila disimpan pada suhu dingin, jika terkontaminasi akan cepat mengalami penurunan kualitas. Yoghurt akan dikatakan baik apabila memiliki total asam sekitar 0,85-0,95% [18].

Dalam proses pembuatan yoghurt untuk mengoptimalkan produksi yoghurt perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* karena kedua bakteri tersebut memegang peranan yang penting dalam produksi yoghurt. Dari hasil penelitian [19], diketahui bahwa pH dan suhu berpengaruh terhadap karakteristik pertumbuhan *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*. Kondisi pertumbuhan optimal ditemukan pada pH 6,5 dengan suhu 40°C untuk *S. thermophilus* dan pH 5,8 dengan suhu 44°C untuk *L. bulgaricus*. Bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* akan melakukan proses fermentasinya secara optimal pada suhu 40-45°C sehingga dapat memproduksi asam laktat yang diinginkan [20]. Pada suhu optimal serta lingkungan yang mendukung, *S. thermophilus* akan tumbuh terlebih dahulu daripada *L. bulgaricus*, dimana *S. thermophilus* akan merangsang pertumbuhan *L. bulgaricus* dan menurunkan pH dengan memproduksi asam laktat, asam format, asetaldehida, dan asam asetat. Begitu juga dengan *L. bulgaricus* akan mengeluarkan glisin, asam amino, dan histidin yang diperlukan *S. thermophilus* [21]. Tabel 2 menunjukkan kondisi lingkungan yang dibutuhkan oleh *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*.

Tabel 2. Suhu dan pH untuk Pertumbuhan *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* yang optimum

Pertumbuhan & Karakteristik Pengasaman	<i>S. thermophilus</i>		<i>L. bulgaricus</i>	
	T (°C)	pH	T (°C)	pH
X_M	40	6.5	44	5.8
μ_M	-	6.5	44 ^a	5.8
Y_M	40	6.5	43.95	5.78
AL_M	45.7 ^b	6.64	44	5.94
VA_M	45.7 ^b	6.67	-	5.94

Level signifikan 90 %

b Nilai ekstrem dari desain eksperimental

X_M : Populasi maksimal bakteri (sel/ml)

μ_M : Tingkat pertumbuhan maksimum (h⁻¹)

Y_M : Hasil pertumbuhan maksimum pada laktosa (sel/g)

AL_M : Konsentrasi akhir asam laktat (g/l)

VA_M : Tingkat maksimum asam laktat (g/l jam)

Pada penelitian [22] yang menggunakan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*), terlihat bahwa lamanya waktu inkubasi bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* dalam pembuatan yoghurt mempengaruhi dalam penurunan pH dan kenaikan konsentrasi total asam. Semakin lama waktu inkubasi yang dilakukan semakin meningkat pula aktivitas dan jumlah kedua bakteri tersebut, sehingga menurunkan pH. Hal ini dapat terjadi karena terjadinya perubahan kimia pada komponen gula menjadi komponen asam. Semakin rendah pH pada yoghurt semakin baik pula, begitu juga dengan konsentrasi asam laktat yang tinggi merupakan yoghurt yang baik.

Pada penelitian ini, hasil yang paling baik adalah waktu 8 jam inkubasi dengan menghasilkan pH 5,2 untuk perlakuan A (perbandingan *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* adalah 1:1) dan pH 5,17 untuk perlakuan B (perbandingan *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* adalah 1:3). Konsentrasi asam laktat yang baik didapatkan pada perlakuan B karena meningkat dari 0,0509 gram/liter (waktu 0 jam) menjadi 0,0583 gram/liter (waktu 8 jam). Tabel 3 menunjukkan perubahan pH pada bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* terhadap durasi inkubasi yang dilakukan dan Tabel 4 menunjukkan pengaruh konsentrasi asam laktat pada bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* terhadap lama waktu inkubasi yang dilakukan.

Tabel 3. Perubahan pH pada yoghurt

Waktu (jam)	Nilai Rata-rata pH	
	A (1:1)	B (1:3)
0	6,2	6,13
2	6,1	6,05
4	5,9	5,87
6	5,7	5,5
8	5,2	5,17

Tabel 4. Konsentrasi asam laktat

Sampel	Konsentrasi Asam Laktat (gram/liter)	
	0 jam	8 jam
A (1:1)	0,2838	0,2651
B (1:3)	0,0509	0,0583

Keterangan :

A = perbandingan *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* = 1:1

B = perbandingan *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* = 1:3

Proses pembuatan yoghurt yang berkualitas dilakukan melalui serangkaian proses berurutan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses pembuatan yoghurt [23]

Pada Gambar 4 dapat diuraikan proses produksi yoghurt: tahapan pertama adalah persiapan bahan baku seperti susu sapi segar yang sudah dilakukan pengujian sampel di laboratorium untuk mengetahui kelayakan susu dalam pembuatan yoghurt, pewarna, flavor, susu skim dan biang yoghurt. Tahapan kedua adalah proses pembuatan starter yang dilakukan sebanyak dua kali sampai F2, pembuatan starter F1 dilakukan dengan cara memanaskan susu skim dan bubuk starter instan “yoghurtmet” dicampur rata kedalam aquades dengan suhu 42°C. Kemudian diinkubasi di dalam oven selama 5 jam pada suhu 42°C. Pada prinsipnya pembuatan starter F2 hampir sama dengan pembuatan starter F1. Tahapan ketiga adalah proses pengolahan susu menjadi yoghurt. Susu yang digunakan yaitu susu segar yang mengandung antibiotik negatif kemudian dicampurkan melalui PHE (*Plate Heat Exchanger*) dengan suhu 55°C-60°C dengan selang waktu 15 menit. Kemudian, proses yang berikutnya adalah pasteurisasi susu lalu dialirkan

pada PHE dan suhunya dikurangi hingga 35°C - 40°C. Tahap berikutnya adalah pengaliran susu ke dalam tangki inkubasi yang memiliki daya tampung 8.000 liter. Inkubasi dilakukan dengan suhu sekitar 42°C. Kemudian ditambahkan susu skim dan biakan bakteri (kultur) dengan pengenceran kedua yang sudah homogen. Dalam proses inkubasi dibutuhkan waktu sekitar 5-6 jam. pH *yoghurt* sudah ditentukan untuk tingkat keasamannya yaitu 6,15 [23].

Tahapan selanjutnya adalah pencampuran bahan-bahan tambahan pada yoghurt. Dalam pembuatan yoghurt tentunya memiliki bahan tambahan seperti bahan pemanis (gula), pewarna, *flavor* dan pektin (pengental) untuk memberikan rasa yang enak pada yoghurt. Sebelum dilakukan pengemasan, dilakukan pengujian kualitas yoghurt diantaranya uji pH, organoleptik, temperatur, alkohol, pemalsuan susu (glukosa, pati, lemak nabati), kadar lemak, padatan total, antibiotik, serta Metylen Blue Reduction Test (MBRT). Tahap berikutnya adalah pengemasan dan pendingin, dalam pengemasannya dibutuhkan bahan dari *polypropylene* (PP) yang bersifat ringan dan kuat. Setelah melakukan proses pengemasan kemudian dimasukkan ke dalam krat agar mudah didistribusikan kepada konsumen dan *yoghurt* disimpan ke dalam *cold storage* [23].

Produk yang sudah dikemas, sebelum dipasarkan terlebih dahulu dikontrol kualitasnya untuk memastikan produk yoghurt memiliki kualitas baik dan aman dikonsumsi. Pengambilan sampel dilakukan saat yoghurt sudah dikemas. Pengambilan sampel ini dilakukan sebagai bentuk kontrol mutu pada produk sebelum dipasarkan ke konsumen pada hari ke-0. Pengujian yang dilakukan diantaranya adalah uji organoleptik, alkohol, pH, suhu, kandungan lemak total, brix, uji tekstur, kekentalan dan padatan total. Tahapan terakhir pendistribusian yoghurt [23].

Simpulan

Mekanisme biokimiawi pembentukan asam laktat oleh *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* terjadi melalui proses pembentukan glukosa menjadi asam laktat yang berlangsung dalam keadaan anaerob. Proses glikolisis turut berperan dalam terbentuknya asam laktat melalui jalur EMP. Enzim yang terlibat meliputi enzim glukokinase, *phosfoglukoisomerase*, *phosfofruktokinase*, *a-ldolase*, *gliseraldehid-3-phosfatdehidrogenase*, *phosfogliserat kinase*, *phosfogliseromutase*, *enolase*, *piruvatkinase* dan *dehydrogenase*. Optimalisasi *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* pada

proses pengolahan yoghurt yang berkualitas dapat diperhatikan 2 faktor utama yang mempengaruhi yaitu suhu pertumbuhan kedua bakteri (42°C) serta pH yang optimal (6,15). Indonesia sendiri sudah memiliki standar dalam memproduksi yoghurt yang berkualitas yaitu sesuai dengan SNI.

Pustaka

- [1] A.S, Suharyono dan M. Kurniadi. (2010). Pengaruh Konsentrasi Starter *Streptococcus thermophilus* dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Minuman Laktat dari Bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 1(1) : 51-58.
- [2] Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet dan M. Wootton. (2007). *Ilmu Pangan* (Terjemahan Hari Purnomo dan Adiono). Universitas Indonesia Press: Jakarta.
- [3] Widodo, Wahyu. (2002). *Bioteknologi Fermentasi Susu*. Pusat Pengembangan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah : Malang.
- [4] Ginting, N. dan E. Pasaribu. (2005). Pengaruh Temperatur Dalam Pembuatan Yoghurt dari Berbagai Jenis Susu Dengan Menggunakan *Lactobacillus Bulgaricus* dan *Streptococcus Thermophilus*. *Jurnal Agribisnis Peternakan*. 1(2) : 73-77.
- [5] Hafisah & Astriana. (2012). Pengaruh Variasi Starter Terhadap Kualitas Yoghurt Susu Sapi. *Jurnal Bionature*. 13(2) : 96-102.
- [6] El-Abbassy, M.Z. & Sitohy, M. (1993). Metabolic interaction between *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* in single and mixed starter yoghurt. *Journal of Food/Nahrung*. 37(1) : 53-58.
- [7] Syainah, E., S. Novita & R. Yanti. (2014). Kajian Pembuatan Yoghurt dari Berbagai Jenis Susu dan Inkubasi yang Berbeda Terhadap Mutu dan Daya Terima. *Jurnal Skala Kesehatan*. 5(1): 1-8.
- [8] Sneath, P.H.A., Mair, N.S., Sharpe, M.E. & Holt, J.G. (1986). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, vol. 2. Baltimore: Williams & Wilkins.
- [9] Sofia. (2004). *Lactobacillus bulgaricus* - The Magic Bulgarian bacillus. <https://www.novinite.com/articles/33678/Lactobacillus+Bulgaricus+The+Magic+Bulgarian+Bacillus>.
- [10] Science Photo Library. (2009). <https://www.sciencephoto.com/media/13031/view/streptococcus-thermophilus-in-yogurt>.
- [11] ITIS Standard Report Page: *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus*. (1919). *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* (Orla-Jensen, 1919) Weiss et al., 1984. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=969493#null
- [12] ITIS Standard Report Page : *Streptococcus thermophilus*. (1919). *Streptococcus thermophilus* (Orla-Jensen, 1919). https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=966477#null
- [13] Hutkins, R.W. 2006. *Microbiology and Technology of Fermented Foods*. Blackwell Publishing : USA.
- [14] Amaliah, A. (2002). Pembuatan Soyghurt dengan Media Ekstrak Tempe (*skripsi*). Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- [15] Hofvendahl, K. dan B. H. Haegerdal. (2000). Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources. *Enz.Microb Technol*. 26: 87-107.
- [16] Malaka, R. (2010). *Pengantar Teknologi Susu*. Masagena Press : Makassar.
- [17] Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2009). *SNI Yoghurt*. <https://www.academia.edu/16510989/47518497-SNI-Yogurt>.
- [18] Oberman, H. (1985) . *Fermented milks* . In : *microbiology of Fermented Foods vol 2* . Elsevier applied science. Publishers : England.
- [19] Beal, C., L. Philippe, C. Georges. (1989). Influence Controlled pH and Temperature on The Growth and Acidification of Pure Cultures of *Streptococcus thermophilus* 404 and *Lactobacillus bulgaricus* 398. *Appl Microbiol Biotechnol*. 32: 148-154.
- [20] Anjasari, B. (2010). *Pangan Hewani Fisiologi Pasca Mortem dan Teknologi*. Penerbit Graha Ilmu : Yogyakarta.
- [21] Helferich, W. & D.C . Westhoff. (1980). *All About Yoghurt*. Prentice-Hall Inc : New York.
- [22] Muawanah, A. (2007). Pengaruh Lama Inkubasi dan Variasi Jenis Starter Terhadap Kadar Gula, Asam Laktat, Total Asam, dan pH Yoghurt Susu Kedelai. *Jurnal Kimia Valensi*. 1(1) : 1-6.
- [23] Paramitha, C. V. (2016). *Proses Produksi dan Pengawasan Mutu Yoghurt pada CV. Cita Nasional Salatiga*. Laporan Kerja Praktek. Universitas Katolik Soegijapranata: Semarang.