

PENGARUH WAKTU FERMENTASI TERHADAP TOTAL BAL DAN NILAI pH DALAM PEMBUATAN SARI KEDELAI SINBIOTIK

THE EFFECT OF FERMENTATION TIME AGAINST TOTAL BAL AND pH VALUE IN MAKING OF SYNBIOTICS SOYBEAN EXTRACT

Noerman Yusuf Pratama Putra and Prima Retno Wikandari*

*Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
State University of Surabaya*

Jl. Ketintang Surabaya (60231), telp 031-8298761

**Corresponding author, email: primaretno@unesa.ac.id, telp 083857186656*

Abstrak. Pangan fungsional merupakan pangan olahan yang mengandung satu atau lebih komponen fungsional yang memiliki fungsi fisiologis tertentu, terbukti tidak membahayakan, dan bermanfaat bagi kesehatan. Suplementasi probiotik dalam proses fermentasi dapat memicu produksi asam lemak rantai pendek (ALRP). Asam lemak rantai pendek (ALRP) merupakan asam lemak organik dengan 1 sampai 6 atom karbon, dimana komponen utamanya berupa asam asetat, asam propionat, dan asam butirat. ALRP dapat dihasilkan selama fermentasi karbohidrat seperti stakiosa dan rafinosa pada sari kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu fermentasi optimum pada fermentasi sari kedelai dengan kultur starter *L. plantarum* B1765 dalam pembuatan minuman sinbiotik yang ditunjukkan dengan nilai pH dan total Bakteri Asam Laktat (BAL). Rancangan penelitian yang digunakan yaitu the post test-only control group design. Sampel sari kedelai terfermentasi dibuat dalam skala laboratorium dengan waktu fermentasi 0, 12, 24, 36, dan 48 jam. Analisis nilai pH digunakan pH meter dan total BAL dihitung dengan total plate count (TPC) method. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh terhadap nilai pH dan total BAL. Waktu fermentasi optimal pada kurva pertumbuhan BAL terjadi pada jam ke-24 fermentasi yang ditunjukkan dengan jumlah BAL sebesar 5.09×10^8 CFU/mL dan nilai pH sebesar 4.2.

Kata kunci: *L. plantarum* B1765, sari kedelai, nilai pH, total BAL

Abstract. Functional food is processed food that contains one or more functional components that have certain physiological functions, proven to be harmless, and beneficial to health. Probiotic supplementation in fermentation process can trigger the production of short chain fatty acids (SCFA). Short chain fatty acids (SCFA) are organic fatty acids with 1 to 6 carbon atoms, where the main components are acetic acid, propionic acid, and butyric acid. SCFA can be produced during the fermentation of carbohydrates such as stakiose and raffinose in soybean extract. This study aims to determine the optimum fermentation time of soybean extract fermented with *L. plantarum* B1765 as a starter culture of synbiotic drinks as indicated by the pH value and the total Lactic Acid Bacteria (LAB). The research design was the post test-only control group design. Fermented soybean extract samples were made in a laboratory scale with fermentation time of 0, 12, 24, 36, and 48 hours. Analysis of the pH value used pH meter and the total LAB was calculated by the total plate count (TPC) method. The results showed that the fermentation time affected the pH value and the total LAB. Optimal fermentation time on the LAB growth curve occurred at the 24th hour of fermentation as indicated by the LAB amount of 5.09×10^8 CFU / mL and a pH value of 4.2.

Keywords: *L. plantarum* B1765, soybean extract, pH value, total LAB

PENDAHULUAN

Pangan fungsional merupakan pangan olahan yang mengandung satu atau lebih komponen fungsional yang memiliki fungsi fisiologis tertentu, terbukti tidak membahayakan, dan bermanfaat bagi kesehatan. Salah satu komponen pangan fungsional yaitu prebiotik dan probiotik. Prebiotik merupakan makanan yang tidak dapat dicerna oleh tubuh namun menguntungkan dengan merangsang secara selektif pertumbuhan aktifitas sejumlah bakteri dalam kolon sehingga meningkatkan kesehatan. Sedangkan probiotik adalah organisme hidup yang dikonsumsi oleh tubuh dalam jumlah cukup akan dapat memberi manfaat bagi kesehatan. Suatu kombinasi antara prebiotik dan probiotik, yang umumnya dilakukan melalui proses fermentasi, disebut sebagai sinbiotik [1].

Suplementasi probiotik dalam proses fermentasi dapat memicu produksi asam lemak rantai pendek (ALRP) [2]. ALRP merupakan asam lemak organik dengan 1 sampai 6 atom karbon yang dihasilkan dari proses fermentasi oleh bakteri kolon, dimana komponen utamanya berupa asam asetat, asam propionat, asam butirat [3]. ALRP memiliki manfaat terhadap beberapa gangguan pencernaan, seperti diare dan radang usus [4, 5, 6, 7]. Dalam suatu penelitian, ALRP membantu menjaga sel-sel usus besar tetap sehat, mencegah pertumbuhan sel-sel tumor, serta mendorong perusakan sel kanker di usus besar [8, 9, 10]. Selain itu komponen ALRP seperti asam propionat dan asam butirat, memiliki aktivitas dalam mengatasi diabetes melitus tipe 2 melalui peningkatan ekspresi gen prekursor dari GLP-1 melalui aktivasi *free fatty acid receptor* [11, 12].

ALRP dapat dihasilkan pada proses fermentasi komponen karbohidrat tanaman yaitu stakiosa dan rafinosa yang merupakan golongan oligosakarida, dimana sakarida ini dapat ditemukan pada sari kedelai [13]. Fermentasi sari kedelai dapat terjadi karena adanya aktivitas enzim α -galaktosidase, β -glukosidase, dan β -fruktosidase (invertase) yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat (BAL).

Strain *Lactobacillus plantarum* SMN 025, *Lactobacillus plantarum pentosus* SMN 01, dan *Lactobacillus plantarum pentosus* FNCC 235 memiliki aktivitas α -galaktosidase pada metabolisme oligosakarida, yang ditunjukkan dengan adanya pengurangan kadar

rafinosa dan stakiosa sebesar 81,5%, 73,0%, 67,0 %, dan 78,0%, 72,5%, 66,0 % di dalam sari kedelai, dengan rerata total asam laktat sebesar 1,2 mg/mL, 1,6 mg/mL, 1,2 mg/mL hingga jam ke-30 fermentasi [14]. Pada penelitian lain [15], *Lactobacillus plantarum* SMN 025 menunjukkan aktivitas β -glukosidase selama fermentasi sari kedelai, yang ditunjukkan dengan adanya penurunan konsentrasi isoflavon glukosida sebesar 105% dan penurunan pH sari kedelai menjadi 3,7 pada jam ke-24 fermentasi. Selain itu strain *Lactobacillus plantarum* hasil isolasi dari tempe, mampu memproduksi asam laktat yang ditunjukkan dengan penurunan nilai pH mencapai 3,47, dikarenakan adanya aktivitas enzim invertase dalam mendegradasi karbohidrat dalam sari kedelai [16]. Data penelitian tersebut menunjukkan bahwa jenis bakteri *L. plantarum* memiliki aktivitas enzim α -galaktosidase, β -glukosidase, dan invertase yang diduga dapat digunakan dalam menghasilkan SCFA dari sari kedelai.

Bakteri *L. plantarum* B1765 mampu memberikan pengaruh baik terhadap nilai pH dan total asam dalam produk soyghurt, yaitu mencapai angka 4,63 dan 3,47% pada jam ke-24 fermentasi. Hasil penelitian tersebut diduga karena adanya aktivitas enzim α -galaktosidase dan invertase yang digunakan oleh *L. plantarum* B1765 untuk menghasilkan metabolit dari rafinosa dan stakiosa [17]. Selain itu pada penelitian lain [18], *L. plantarum* B1765 mampu menghasilkan nilai pH dan total asam sebesar 4,24 dan 1,19% pada jam ke-24 fermentasi, dengan aktivitas tertinggi enzim β -glukosidase pada jam ke-18 dalam menghidrolisis senyawa isoflavon glukosida di dalam sari kedelai. Nilai pH dan total asam pada kedua penelitian tersebut diduga karena adanya SCFA yang dihasilkan oleh aktivitas enzim dari *L. plantarum* B1765.

Dalam penelitian lain [19] menyebutkan bahwa fermentasi frukto-oligosakarida (FOS) oleh *L. plantarum* B1765 mampu menghasilkan asam asetat, asam propionat, asam butirat, serta asam laktat sebesar 803,3 mg/L, 1.182,3 mg/L, 375,4 mg/L, dan 373,01 mg/L. Berdasarkan uraian di atas, penggunaan *L. plantarum* B1765 dalam fermentasi sari kedelai diduga dapat menghasilkan ALRP sehingga menurunkan nilai pH seiring dengan pertumbuhan Bakteri Asam Laktat (BAL), sesuai dengan kurva pertumbuhan. Strain *L. plantarum* B1765

dalam media sari kedelai sudah pernah diteliti sebelumnya terkait total BAL dan nilai pH, namun hanya sampai waktu fermentasi 24 jam sehingga belum diketahui puncak pertumbuhan BAL. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan waktu fermentasi optimum pada fermentasi sari kedelai dengan kultur starter *L. plantarum* B1765 dalam pembuatan minuman sinbiotik yang ditunjukkan dengan nilai pH dan total Bakteri Asam Laktat (BAL).

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan meliputi alat-alat gelas, neraca analitik (Denver Instrument), *laminar air flow* (Thermo Scientific 1300 Series A2), pembakar spiritus, korek api, mikropipet dan *blue tip* (Eppendorf), autoclave (Hirayana HVE-50), inkubator (Mermert), sentrifugator (Eppendorf), tabung sentrifuge, pipet tetes, botol semprot, baskom, kain saring, pH meter (Eutech), blender (Philips), *magnetic stirrer*, oven, kompor listrik, dan lemari pendingin (LG).

Bahan

Bahan yang digunakan meliputi biji kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill), kultur starter *Lactobacillus plantarum* B1765, MRS Broth (Oxoid), aquademineral (Oxoid), alkohol 96% (Merck), NaCl (Merck), CaCO₃ (Merck), dan Agar (Swallow).

PROSEDUR PENELITIAN

Persiapan Sari Kedelai

Biji kedelai putih disortir (tidak cacat fisik), lalu direndam dalam air selama 12 jam (rasio 1:3). Kulit kedelai dibuang, dicuci dengan air bersih, dan dikeringkan. Biji kedelai dihancurkan dengan blender hingga halus dengan penambahan air (perbandingan 1: 3), lalu disaring.

Pembuatan Sari Kedelai Fermentasi

Sebanyak 50 mL sari kedelai dimasukkan ke dalam 5 botol berbeda dengan label I (0 jam), II (12 jam), III (24 jam), IV (36 jam), dan V (48 jam) menurut waktu fermentasi. Pasteurisasi dilakukan pada 70°C selama 15 menit untuk setiap botol, dan selanjutnya didinginkan hingga 45°C. Kultur starter *Lactobacillus plantarum* B1765 diinokulasi sebanyak 2,5% (v/v), dan diinkubasi pada suhu 37°C untuk setiap variasi waktu fermentasi.

Uji Total Bakteri Asam Laktat (BAL)

Metode *pour plate* digunakan dalam tes ini. Sebanyak 1 mL sampel sari kedelai hasil fermentasi pada pengenceran 10⁻⁴-10⁻⁸ dituangkan pada cawan dan ditambahkan MRSA+1% CaCO₃, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Total BAL yang terhitung adalah koloni dengan zona bening.

Pengukuran Nilai pH

Tes ini menggunakan pH meter yang sebelumnya dikalibrasi dengan buffer pH 4.0 dan pH 6.8. Sampel sari kedelai hasil fermentasi pada setiap variasi waktu diambil sebanyak 10 mL dan diukur dengan pH meter. Pengukuran dilakukan 3 kali dan hasil yang diperoleh rata-rata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Sari Kedelai Fermentasi

Prinsip fermentasi sari kedelai yaitu penambahan kultur starter bakteri asam laktat dengan konsentrasi tertentu ke dalam media sari kedelai yang sebelumnya telah dipasteurisasi. Dalam penelitian ini digunakan kultur starter *L. plantarum* B1765 sebanyak 2,5% dengan waktu fermentasi selama 0, 12, 24, 36, dan 48 jam pada suhu 37°C. Hasil fermentasi sari kedelai berupa *curd* sebagai indikasi telah terjadinya fermentasi.

Curd yang dihasilkan dalam penelitian ini terbentuk karena aktivitas *L. plantarum* B1765 dalam mencerna oligosakarida yang digunakan sebagai sumber energi yang akan menghasilkan asam laktat dan beberapa jenis *fatty acid*, sehingga mampu menurunkan nilai pH sari kedelai dan terjadi denaturasi. Denaturasi dalam fermentasi terjadi karena adanya perubahan pH sebagai akibat dari aktivitas enzim oleh bakteri dalam memetabolisme jenis sakarida yang ada dalam media tumbuh, sehingga dihasilkan asam laktat dan beberapa jenis asam lemak yang menyebabkan penurunan keasaman. Pada pH 4,8-5,5 protein akan berada pada kondisi dipolar (zwitter ion). Pada keadaan ini, kelarutan protein dalam air akan sangat rendah dan menyebabkan protein akan menggumpal dan mengendap. Hal ini dikarenakan pada kondisi tersebut, protein kedelai akan mencapai titik isoelektrik dimana jumlah kation dan anion yang terbentuk sama banyak, sehingga gaya tolak elektrostatis akan berkurang dan gaya tarik lebih dominan, menyebabkan agregasi dan pengendapan [20].

Uji Total Bakteri Asam Laktat (BAL)

Dalam pengujian total BAL pada sari kedelai terfermentasi dengan *L. plantarum* B1765, digunakan metode TPC *pour plate*. Dalam penelitian ini, koloni yang bisa terhitung merupakan koloni yang mampu tumbuh dan menunjukkan zona bening di dalam media MRS agar + CaCO₃. Adanya zona bening dikarenakan terjadi reaksi antara CaCO₃ dan asam laktat yang merupakan metabolit primer dari bakteri sehingga terbentuk kalsium laktat yang larut dalam air [21]. Data total BAL yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data total bakteri asam laktat (log CFU/mL)

No.	Waktu Fermentasi (jam)	Total BAL (log CFU/mL)
1	0	0 ^a
2	12	8.32 ^b
3	24	8.70 ^b
4	36	8.36 ^b
5	48	8.32 ^b

Keterangan: *huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan perbedaan secara signifikan

Berdasarkan hasil penelitian, waktu fermentasi memberikan pengaruh terhadap nilai total BAL yang terhitung dalam setiap cawan sehingga dapat diketahui kurva pertumbuhannya. Pertumbuhan *L. plantarum* B1765 terlihat pada beberapa fase yaitu fase log dan fase stasioner yang ditunjukkan pada Gambar 1. Dalam penelitian ini, pertumbuhan *L. plantarum* B1765 pada fase log dimulai pada jam ke-0 hingga jam ke-12 fermentasi. Fase log pertumbuhan *L. plantarum* B1765 dalam media tumbuh MRS *Broth* mencapai puncak pada jam ke-16 fermentasi [22]. Perbedaan waktu pertumbuhan dalam kedua media tumbuh tersebut disebabkan oleh perbedaan kecepatan fase log yang dipengaruhi oleh jenis substrat atau media tumbuh. Pada fase tersebut, bakteri starter mengalami pembelahan dengan sangat cepat sehingga terjadi peningkatan jumlah sel. Hal ini dikarenakan nutrisi yang terdapat di dalam media tumbuh, dalam hal ini sari kedelai,

mulai dimanfaatkan oleh bakteri untuk melakukan pembelahan dan pertumbuhan sel [23].

Dalam fermentasi sari kedelai, BAL memiliki kemampuan dalam menghasilkan enzim α -galaktosidase, β -glukosidase, dan β -fruktosidase (invertase). Enzim α -galaktosidase akan mengkatalisis hidrolisis ikatan α -1,6-galaktosida dari terminal *non-reducing* pada oligosakarida yang mengandung galaktosa [24]. Sedangkan β -fruktosidase (invertase) akan memotong ikatan α -1,2-glikosida pada rafinosa dan stakiosa, menghasilkan melibiose dan fruktosa [25].

Pada strain *L. plantarum* B1765, belum diketahui terkait aktivitas α -galaktosidase dan invertase pada metabolisme oligosakarida. Namun dalam penelitian lain, *L. plantarum* SMN 025, *L. plantarum pentosus* SMN 01, dan *L. plantarum pentosus* FNCC 235 memiliki aktivitas α -galaktosidase pada metabolisme oligosakarida dengan adanya pengurangan kadar (%) rafinosa dan stakiosa sebesar 81,5, 73,0, 67,0, dan 78,0, 72,5, 66,0 di dalam sari kedelai [14]. Sedangkan strain *L. plantarum* hasil isolasi dari tempe menunjukkan adanya aktivitas enzim invertase dalam mendegradasi karbohidrat dalam sari kedelai [16].

Selain dari golongan oligosakarida, sumber glukosa dalam kedelai juga dapat diperoleh dengan menghidrolisis senyawa isoflavon glukosida oleh enzim β -glukosidase sehingga diperoleh glukosa. Enzim β -glukosidase berperan dalam hidrolisis senyawa glukosida dengan memutus pada ikatan β -D-glukosida menghasilkan senyawa gula (glikon) dan bukan gula (aglikon) [26]. Bakteri *L. plantarum* B1765 memiliki aktivitas tertinggi enzim β -glukosidase pada jam ke-18 dalam menghidrolisis senyawa isoflavon glukosida di dalam sari kedelai [18]. Selain itu *Lactobacillus plantarum* SMN 025 menunjukkan aktivitas β -glukosidase selama fermentasi sari kedelai, yang ditunjukkan dengan adanya penurunan konsentrasi isoflavon glukosida tertinggi pada jam ke-24 fermentasi [16].

Dalam penelitian ini, waktu optimum pertumbuhan *L. plantarum* B1765 dalam media sari kedelai berada pada jam ke-24 fermentasi, yang menunjukkan adanya peningkatan aktivitas enzim dalam mencerna monomer sakarida menjadi energi, hingga fase stasioner pada jam ke-48 fermentasi. Data pertumbuhan *L. plantarum* B1765 tersebut didukung dengan

hasil penelitian yang menyatakan bahwa strain *L. plantarum* SMN 025 memiliki pertumbuhan sel tertinggi pada jam ke-24 fermentasi pada media sari kedelai, yang ditunjukkan dengan tingginya aktivitas α -galaktosidase sebesar 98,66 U/mg dalam menurunkan kadar rafinosa [14]. Berdasarkan uraian di atas, diduga pada waktu fermentasi optimum tersebut mampu dihasilkan enzim dengan jumlah yang tinggi untuk bisa digunakan oleh *L. plantarum* B1765 dalam metabolismenya sehingga diperoleh metabolit primer.

Pengukuran Nilai pH

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan jenis bakteri yang mampu menghasilkan produk berupa asam laktat dan asam lemak selama fermentasi gula pentosa yang berlangsung di dalam sel [27]. Asam laktat dan asam lemak yang dihasilkan lalu disekresi keluar sel sehingga terakumulasi dalam media fermentasi dan menurunkan nilai pH. Penurunan nilai pH disebabkan karena disosiasi asam laktat dan asam lemak yang menghasilkan ion H^+ . Semakin tinggi kadar asam laktat dan asam lemak yang dihasilkan selama fermentasi, maka semakin banyaknya ion H^+ yang dilepaskan ke medium fermentasi, sehingga akan menurunkan nilai pH dari produk [28]. Data nilai pH yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data nilai pH sari kedelai terfermentasi

No.	Waktu Fermentasi (jam)	Nilai pH
1	0	6.4 ^a
2	12	4.3 ^b
3	24	4.2 ^b
4	36	4.2 ^b
5	48	4.2 ^b

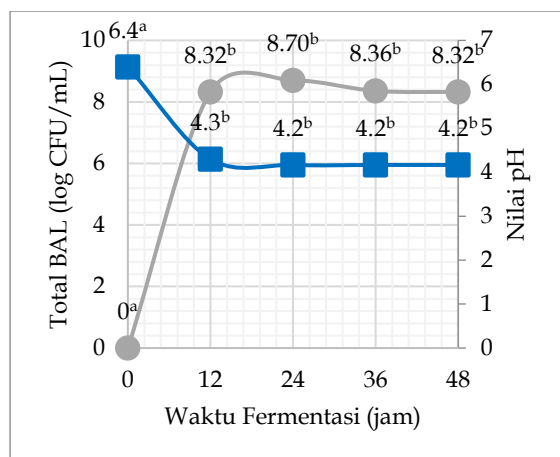
Keterangan: *huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan perbedaan secara signifikan

Pada penelitian ini, terjadi penurunan nilai pH sari kedelai terfermentasi dengan pH awal sebesar 6,4 menjadi 4,2 yaitu pada puncak fase log pertumbuhan *L. plantarum* B1765 yang dicapai pada jam ke-24 fermentasi. Strain *L. plantarum pentosus* SMN 01 yang digunakan

pada penelitian lain [14] menunjukkan nilai pH yang terendah dibandingkan dengan strain *L. plantarum pentosus* SMN 025 dan *L. plantarum pentosus* FNCC 235 dimana mampu menurunkan pH awal sebesar 6,4 menjadi 4,6 pada jam ke-24 fermentasi di dalam medium sari kedelai. Berdasarkan pernyataan di atas, dapat terlihat bahwa strain *L. plantarum* B1765 mampu menghasilkan jumlah asam yang lebih banyak sehingga mampu menurunkan nilai pH lebih rendah dibandingkan kultur starter yang digunakan dalam penelitian lain dalam pembuatan sari kedelai terfermentasi.

Bakteri *L. plantarum* B1765 mampu memberikan pengaruh baik terhadap nilai pH dan total asam dalam produk soyghurt, yaitu mencapai angka 4,63 dan 3,47% pada jam ke-24 fermentasi. Hasil penelitian tersebut diduga karena adanya aktivitas enzim α -galaktosidase dan invertase yang digunakan oleh *L. plantarum* B1765 untuk menghasilkan metabolit dari rafinosa dan stakiosa [17]. Selain itu pada penelitian lain [18], *L. plantarum* B1765 mampu menghasilkan nilai pH dan total asam sebesar 4,24 dan 1,19% pada jam ke-24 fermentasi, dengan aktivitas tertinggi enzim β -glukosidase pada jam ke-18 dalam menghidrolisis senyawa isoflavon glukosida di dalam sari kedelai. Nilai pH dan total asam pada kedua penelitian tersebut diduga karena adanya SCFA yang dihasilkan oleh aktivitas enzim dari *L. plantarum* B1765.

Dalam penelitian lain [19] menyebutkan bahwa fermentasi frukto-oligosakarida (FOS) oleh *L. plantarum* B1765 mampu menghasilkan asam asetat, asam propionat, asam butirat, serta asam laktat sebesar 803,3 mg/L, 1.182,3 mg/L, 375,4 mg/L, dan 373,01 mg/L. Berdasarkan pernyataan di atas, penurunan pH terendah yang diperoleh dalam penelitian ini diduga karena adanya asam asetat, asam propionat, asam butirat, dan asam laktat yang mulai terbentuk pada jam ke-24 fermentasi sari kedelai oleh *L. plantarum* B1765. Hubungan antara total BAL dan nilai pH pada kurva pertumbuhan *L. plantarum* B1765 ditunjukkan pada Gambar 1.



Catatan: Huruf kecil berbeda pada gambar menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$)

Gambar 1. Hubungan antara total BAL dan nilai pH pada kurva pertumbuhan *L. plantarum* B1765

Dihasilkan kurva pertumbuhan *L. plantarum* B1765 tersebut dikarenakan pada waktu fermentasi optimum, *L. plantarum* B1765 mencapai puncak fase log pertumbuhan yaitu sebesar 5.09×10^8 CFU/mL, sehingga produksi enzim α -galaktosidase, β -glukosidase, dan invertase mencapai jumlah tertinggi, sehingga mampu menghasilkan penurunan nilai pH terendah sebesar 4.2. Dibandingkan dengan SNI 7552:2009 terkait syarat mutu susu fermentasi, produk sari kedelai terfermentasi dalam penelitian ini sudah memenuhi syarat sebagai minuman probiotik dikarenakan memiliki jumlah koloni hidup lebih dari 1×10^6 CFU/mL. Sehingga apabila terdapat substrat yang mampu dimanfaatkan *L. plantarum* B1765 dalam kolon, maka akan mampu menghasilkan ALRP dan asam laktat yang ditunjukkan dengan penurunan pH kolon, melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh bakteri tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, waktu fermentasi terbaik dari setiap variasi adalah 24 jam, di mana nilai pH terendah disertai dengan total BAL tertinggi sehingga diduga terjadi peningkatan aktivitas enzim dalam membentuk lebih banyak ALRP dan asam laktat. Perlu ada pengujian lebih lanjut terkait dengan kadar ALRP dan asam laktat yang dihasilkan selama fermentasi kedelai pada waktu fermentasi

optimal. Selain itu, perlu juga dilakukan analisis *in vivo* terkait manfaat minuman sinbiotik dalam waktu fermentasi optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soedarto, Yuninda Nugrahanti. 2008. Kajian Regulasi Pangan Fungsional: Studi Kasus Prebiotik, Probiotik, dan Sinbiotik. Tesis. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- [2] Hidayat, Sapta Chandra Marnandi, Sri Harimurti, dan Lies Mira Yusiati. 2016. Pengaruh Suplementasi Probiotik Bakteri Asam Laktat terhadap Histomorfologi Usus dan Performan Puyuh Jantan. *Buletin Peternakan*. Vol. 40, No. 2. Hal 101-106.
- [3] Baequny, Ahmad, Mardi Hartono, dan Afyah Sri Harnany. 2015. Efek Pemberian Susu Kedelai terhadap Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2. *Jurnal Informasi Kesehatan Indonesia (JIKI)*. Vol. 1, No. 2. Hal 89-96.
- [4] Binder, H.J. 2010. Role of Colonic Short-Chain Fatty Acid Transport in Diarrhea. *Annual Review of Physiology*. Vol. 72. Hal 297-313.
- [5] Rabbani, G.H., T. Teka, S.K. Saha, B. Zaman, N. Majid, M. Khatun, M.A. Wahed, and G.J. Fuchs. 2004. Green Banana and Pectin Improve Small Intestinal Permeability and Reduce Fluid Loss in Bangladeshi Children with Persistent Diarrhea. *Digestive Diseases and Sciences*. Vol 49, No. 3. Hal 475-484.
- [6] Vieira, E.L., A.J. Leonel, N.R. Beltrão, T.F. Costa, T.M. Ferreira, A.C. Gomes-Santos, A.M. Faria, M.C. Peluzio, D.C. Cara, and J.I. Alvarez-Leite. 2012. Oral Administration of Sodium Butyrate Attenuates Inflammation and Mucosal Lesion in Experimental Acute Ulcerative Colitis. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. Vol. 23, No. 5. Hal 430-436.
- [7] Maslowski, K.M., A.T. Vieira, Ng A., J. Kranich, F. Sierro, Yu D., H.C. Schilter, M.S. Rolph, F. Mackay, D. Artis, R.J. Xavier, M.M. Teixeira, and C.R. Mackay. 2009. Regulation of Inflammatory Responses by Gut Microbiota and Chemoattractant Receptor GPR43. *Nature*. Vol. 461, No. 7268. Hal 1282-1286.

- [8] Tang, Y., Y. Chen, H. Jiang, G.T. Robbins, and D. Nie. 2011. G-Protein-Coupled Receptor for Short-Chain Fatty Acids Suppresses Colon Cancer. *International Journal of Cancer*. Vol. 128, No. 4. Hal 847-856.
- [9] Toscani, A., D.R. Soprano, and K.J. Soprano. 1988. Molecular Analysis of Sodium Butyrate-Induced Growth Arrest. *Oncogene Research*. Vol. 3, No. 3. Hal 223-238.
- [10] Wong, J.M., R. de Souza, C.W. Kendall, A. Emam, and D.J. Jenkins. 2006. Colonic Health: Fermentation and Short Chain Fatty Acids. *Journal of Clinical Gastroenterology*. Vol. 40, No. 3. Hal 235-243.
- [11] Lin, Hua V., Andrea Frassetto, Edward J. Kowalik Jr, Andrea R. Nawrocki, Mofei M. Lu, Jennifer R. Kosinski, James A. Hubert, Daphne Szeto, Xiaorui Yao, Gail Forrest, Donald J. Marsh. 2012. Butyrate and Propionate Protect against Diet-Induced Obesity and Regulate Gut Hormones via Free Fatty Acid Receptor 3-Independent Mechanisms. *SCFAs Regulate Gut Hormones and Obesity*. Vol. 7, No. 4.
- [12] Psichas, A., M.L. Sleeth, K.G. Murphy, L. Brooks, G. Bewick, A.C.Hanyaloglu, M.A. Ghatei, S.R. Bloom, & G. Frost. 2014. The Short Chain Fatty Acid Propionate Stimulates GLP-1 and PYY Secretion via Free Fatty Acid Receptor 2 in Rodents. *International Journal of Obesity*.
- [13] Adiandri, Resa Setia, Nikmatul Hidayah, dan Eka Rahayu. 2014. Efek Pengolahan terhadap Kandungan Oligosakarida dan Sifat Fisikokimia Tepung Kedelai Dan Kacang Hijau. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- [14] Sumarna. 2008. Changes of Raffinose and Stachyose in Soy Milk Fermentation by Lactic Acid Bacteria from Local Fermented Foods of Indonesian. *Malaysian Journal of Microbiology*. Vol. 4, No. 2. Hal 26-34.
- [15] Sumarna. 2009. Hydrolysis of Bioactive Isoflavone in Soymilk Fermented with β -Glucosidase Producing Lactic Acid Bacteria from Local Fermented Foods Of Indonesian. *Malaysian Journal of Microbiology*. Vol. 6, No. 1. Hal 30-40.
- [16] Hidayati, Darimiyya. 2010. Pola Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat selama Fermentasi Susu Kedelai. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. Vol. 3, No. 2. Hal 72-76.
- [17] Hermawan, Amrul Wahyu dan Prima Retno Wikandari. 2016. *Pengaruh Jenis Kultur Starter Bakteri Asam Laktat terhadap Karakteristik Soyghurt*. Surabaya: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya.
- [18] Huda, Mar'atul, dan Prima Retno Wikandari. 2016. *Penentuan Aktivitas β -Glukosidase pada Fermentasi Sari Kedelai dengan Kultur Starter Lactobacillus plantarum B1765*. Surabaya: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya.
- [19] Puspitasari, Kharisma Nur, dan Prima Retno Wikandari. 2016. *Potensi Lactobacillus plantarum B1765 sebagai Penghasil SCFA dalam Proses Fermentasi Pikel Umbi Yakon (Smallanthus sonchifolius)*. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya. Surabaya: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya.
- [20] Novák, P., and V. Havlíček. 2016. *Proteomic Profiling and Analytical Chemistry: Protein Extraction and Precipitation*. Prague: Institute of Microbiology, Academy of Science of the Czech Republic.
- [21] Melliawati, R., C. D. Apridah, dan Yopi. 2015. Seleksi Bakteri Asam Laktat sebagai Penghasil Enzim Protease. *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon*. Vol. 1, No. 2. Hal 184-188.
- [22] Panggayuh, Diah Puri Pangastuti, dan Prima Retno Wikandari. 2014. *Pengaruh Konsentrasi Amonium Sulfat Terhadap Aktivitas Protease Ekstraseluler Lactobacillus plantarum B1765 Isolat Bekasam*. Surabaya: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya.
- [23] Puspawati, Ririn, Putranti Adirestuti, dan Gina Anggraeni. 2011. *Aktivitas Metabolit Bakteri Lactobacillus plantarum dan Perannya dalam Menjaga Kesehatan Saluran Pencernaan*. Konferensi Nasional Sains dan Aplikasinya. Cimahi:

- Jurusan Farmasi FMIPA Universitas Jenderal Achmad Yani.
- [24] Anggraeni, Andian Ari. 2008. Efek Penambahan α -galaktosidase Famili 27 Glikosida Hidrolase *Bacillus halodurans* terhadap Kekentalan Guar Gum. *JPTK*. Vol. 17, No. 2.
- [25] Coghetto, Chaline Caren, Carolina Bettker Vasconcelos, Graziela Brusch Brinques, Marco Antônio Záchia Ayub. 2016. *Lactobacillus plantarum* BL011 Cultivation in Industrial Isolated Soybean Protein Acid Residue. *Braz. J. Microbiol.* Vol. 111. Hal 1-8.
- [26] Pyo, Young-Hee, Tung-Ching Lee, and Young-Chul Lee. 2005. Enrichment of Bioactive Isoflavones in Soymilk Fermented with β -glucosidase-producing Lactic acid Bacteria. *Food Research International*. Vol. 38. Hal 51-599.
- [27] Salminen, Seppo, and Atte von Wright. 1993. *Lactic Acid Bacteria*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- [28] Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta: Bumi Aksara.

