

Evaluasi Nilai Gizi dan Antioksidan Yogurt Nabati Berbahan Dasar Kara Benguk (*Mucuna pruriens*) Menggunakan Variasi Kultur Starter

Reza Fadhilla¹, Siti Zaqiah Muslim², Adri Nora³, dan Yulia Wahyuni¹

¹Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Esa Unggul; Jl. Arjuna Utara No.9, Duri Kepa, Kec. Kb. Jeruk, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11510

²Peneliti Independen, Kec. Cijeruk, Kab. Bogor, Jawa Barat 16740, E-mail: szaqiahmuslim@gmail.com

³Program Studi Bioteknologi, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Esa Unggul; Jl. Arjuna Utara No.9, Duri Kepa, Kec. Kb. Jeruk, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11510
Korespondensi E-mail: reza.fadhilla@esaunggul.ac.id

Submitted: 29 Februari 2024, Revised: 02 Juni 2024, Accepted: 25 Juni 2024

Abstract

Demand for plant-based yogurt from nuts is increasing based on public attention to various health problems. Velvet bean (*Mucuna pruriens*) is a type of local bean that can potentially be used as a primary ingredient for making plant-based yogurt because of its high nutritional content. This research aimed to evaluate the nutritional and antioxidant value of plant-based yogurt made from fermented velvet beans using various starter cultures. Set-yogurt-type plant-based yogurt is made by dissolving velvet bean flour with water (1:6 w/v), then adding 3% skim powder, 3% sucrose, and 1% fructooligosaccharide (FOS). Next, it was homogenized, placed in a glass bottle, and sterilized at 121°C for 15 minutes. The inoculation process is done by inserting 3% of the formulated starter culture into sterile yogurt and incubating at 37°C for 72 hours. Analysis parameters include proximate value, degree of acidity (pH), dissolved protein (% nitrogen), and antioxidant activity (% inhibition). The different types of starter culture showed significant differences in yogurt's carbohydrate and protein components; the highest values were 68.55% and 28.16%, respectively. Differences in the starter culture type and fermentation time length showed significant differences in soluble protein concentration, the highest being 37.5% (mixed culture) for 72 hours. The lowest pH and highest antioxidants were shown in the starter culture *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051, respectively, 3.32 and 87.11%. The results of this research hope to lead to the use of bioactive peptide components as additional ingredients for foods high in antioxidants.

Keyword: velvet bean, *Mucuna pruriens*, plant-based yogurt, lactobacillus, fermentation

Abstrak

Permintaan yogurt nabati berbahan dasar kacang-kacangan mengalami peningkatan sekarang ini, didasari atas perhatian masyarakat terhadap berbagai masalah kesehatan. Kara benguk (*Mucuna pruriens*) adalah jenis kacang lokal yang berpotensi dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan yogurt nabati karena kandungan gizinya yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi nilai gizi dan antioksidan yogurt nabati berbahan dasar kara benguk yang difermentasi menggunakan variasi kultur starter berbeda. Yogurt nabati jenis set-yogurt dibuat dengan melarutkan tepung kara benguk dengan air (1 : 6 b/v), kemudian ditambah 3% bubuk skim, 3% sukrosa, dan 1% fruktooligosakarida (FOS). Selanjutnya dihomogenisasi, ditempatkan dalam wadah botol gelas, dan disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit. Proses inokulasi dilakukan dengan memasukkan sebanyak 3% dari kultur starter yang telah diformulasikan ke dalam yogurt steril dan diinkubasi pada suhu 37°C yang dilakukan selama 72 jam. Parameter analisis meliputi, nilai proksimat, derajat keasaman (pH), protein terlarut (% nitrogen), dan aktivitas antioksidan (% inhibisi). Perbedaan jenis kultur starter menunjukkan adanya perbedaan nyata terhadap komponen karbohidrat dan protein yogurt, nilai tertinggi masing-masing sebesar 68,55% dan 28,16%. Perbedaan jenis kultur starter dan lamanya waktu fermentasi menunjukkan perbedaan nyata terhadap konsentrasi protein terlarut, tertinggi sebesar 37,5% (kultur campuran) selama 72 jam. pH terendah dan antioksidan tertinggi ditunjukkan pada kultur starter *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051, masing-masing sebesar 3,32, dan 87,11%. Dari hasil penelitian ini terutama komponen peptida bioaktif nantinya diharapkan dapat digunakan sebagai ingredien tambahan pangan tinggi antioksidan.

Kata Kunci: fermentasi, kara benguk, *Lactobacillus*, *Mucuna pruriens*, yogurt nabati

Pendahuluan

Yogurt merupakan produk pangan fungsional yang dibuat dari fermentasi susu atau susu rekonstitusi menggunakan bakteri asam laktat (BAL) jenis *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*, dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diijinkan. Jenis lain dari genus *Lactobacillus*, seperti *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum* dapat juga digunakan untuk proses produksi yogurt (1). BAL memfermentasi

laktosa susu yang menghasilkan produk utama berupa asam laktat dan beberapa komponen lain yang memberikan karakteristik, rasa, dan aroma pada yogurt (2). Hasil dari aktivitas kultur starter BAL melalui proses fermentasi susu meliputi asetaldehida, diasetil, aseton, dan aseton.

Sekarang ini permintaan yogurt nabati berbahan dasar kacang-kacangan seperti kedelai, kelapa, kacang merah, kacang hijau mengalami peningkatan. Hal ini didasari karena meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap berbagai masalah kesehatan. Sebagai produk pangan hasil fermentasi, yogurt merupakan produk yang terkenal dengan sifat fungsionalnya sehingga memberikan beberapa manfaat bagi kesehatan. Yogurt nabati berbahan dasar kedelai menjadi produk paling populer yang banyak diteliti dan dijual secara komersial. Produk ini tinggi akan protein, tidak mengandung kolesterol, rendah lemak, bebas laktosa, rendah natrium, tinggi serat, dan tinggi antioksidan (3, 4). BAL yang berperan sebagai kultur starter berkontribusi terhadap perbaikan rasa, tekstur, dan sintesis berbagai senyawa bioaktif yang berfungsi sebagai antioksidan (5).

Yogurt konvensional yang dibuat dari susu hewan mamalia dapat dengan mudah memetabolisme karbohidrat jenis laktosa dan protein kasein. Namun, kondisi fermentasi menjadi tidak ideal bagi BAL pada yogurt nabati karena ketidakberadaan kedua komponen tersebut (6). Untuk itu perlu adanya kesesuaian kultur starter dan formula bahan dasar yogurt sehingga dapat menghasilkan komponen gizi tinggi, daya cerna yang lebih baik, dan beragam senyawa bioaktif bersifat sebagai antioksidan. Salah satu jenis kacang lokal yang cukup berpotensi sebagai bahan pembuatan yogurt nabati adalah kara benguk (*Mucuna pruriens*). Kara benguk termasuk kacang-kacangan famili Fabaceae (polong-polongan). Masyarakat mengenal kara benguk dengan nama yang berbeda-beda di tiap daerah, misal menyebutnya sebagai kacang koro benguk, benguk (Jawa); raraweye (Sunda); kratok (Madura); babi/kerawe (Maluku); dan kakara gatel, kowas leweung, jule (Bali).

Secara tradisional, pemanfaatan kara benguk hanya diolah menjadi produk tempe (7). Sebagian lainnya digunakan sebagai bahan untuk pakan ternak. Padahal jika diperhatikan kandungan komponen gizi pada kara benguk lebih tinggi dibanding kedelai. Menurut Siddhuraju kara benguk mentah mengandung karbohidrat sebesar 52,56%, protein sebesar 31,44%, lipid sebesar 6,73%, abu sebesar 4,11%, dan serat kasar sebesar 5,16% (8). Oleh karena itu, dengan mempertimbangkan potensi dari kandungan tersebut diversifikasi kara benguk menjadi produk yogurt menjadi memungkinkan untuk dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi nilai gizi dan antioksidan yogurt nabati berbahan dasar kara benguk yang difermentasi menggunakan variasi kultur starter berbeda.

Metode Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah kacang kara benguk (*Mucuna pruriens*) yang diperoleh dari pasar tradisional di daerah Yogyakarta. Beberapa kultur starter yang digunakan untuk pembuatan yogurt kacang kara benguk merupakan koleksi Laboratorium Terpadu Universitas Esa Unggul. Antara lain, *Streptococcus thermophilus* FNCC 0015, *Lactobacillus bulgaricus* FNCC 0041, *Lactocaseibacillus casei* FNCC 0090, *Lactobacillus acidophilus* FNCC 0051, dan *Lactiplantibacillus plantarum* FNCC 0027. Pembuatan yogurt diawali dengan membersihkan kara benguk menggunakan air mengalir, dan perendaman selama 72 jam dalam wadah tertutup. Setelah itu kulit ari dipisahkan dan kacang dicuci kembali hingga bersih. Proses selanjutnya adalah pembilasan kacang pada suhu 95°C selama 15 menit dan pengeringan suhu 60°C (dehidrator Getra). Berikutnya adalah penepungan dengan menghaluskan (*grinding*) kacang menggunakan alat *grinder* (Lanueva). Tepung kacang yang diperoleh dihilangkan lemaknya melalui maserasi dengan pelarut heksana (tepung : heksana = 1:3 b/v) selama 24 jam. Residu dari pelarut dihilangkan menggunakan oven pengering (Memmert UN30) pada suhu 50°C (9).

Selanjutnya tepung kara benguk kering digunakan sebagai bahan utama pembuatan yogurt (jenis *set-yogurt*), dengan rasio pelarutan tepung kacang dan air adalah 1 : 6 b/v. Bahan tambahan pangan (BTP) yang digunakan antara lain, 3% bubuk skim (Sunlac, Malaysia), 3% sukrosa, dan 1% fruktooligosakarida (FOS) (Source Naturals). Keseluruhan bahan tersebut dihomogenisasi dengan cara diblender dan ditempatkan dalam wadah botol kaca, kemudian disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit. Berdasarkan formulasi Tabel 1 proses inokulasi dilakukan dengan memipet sebanyak 3% dari kultur starter ke dalam yogurt steril dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 72 jam.

Tabel 1. Formulasi Kultur Starter Yogurt Kacang Kara Benguk

Perlakuan	Jenis kultur starter
F1	<i>S. thermophilus</i> FNCC 0015 dan <i>L. bulgaricus</i> FNCC 0041 (Kontrol)
F2	<i>L. casei</i> FNCC 0090
F3	<i>L. acidophilus</i> FNCC 0051
F4	<i>L. plantarum</i> FNCC 0027
F5	<i>S. thermophilus</i> FNCC 0015, <i>L. bulgaricus</i> FNCC 0041, <i>L. casei</i> FNCC 0090, <i>L. acidophilus</i> FNCC 0051, dan <i>L. plantarum</i> FNCC 0027 (Kultur campuran)

Parameter analisis yang dilakukan meliputi, proksimat, derajat keasaman, protein terlarut, dan antioksidan. Analisis proksimat antara lain penentuan karbohidrat, protein, lemak, air, dan abu, serta serat sebagai tambahan, berdasarkan metode yang direkomendasikan *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) (10). Derajat keasaman (pH) fermentasi 72 jam diukur menggunakan pH meter (AS-218, Smart Sensor). Konsentrasi protein terlarut dilakukan berdasarkan metode titrasi Pyne (11), dengan menggunakan formula berikut ini:

$$\%N = (V_2.N_2 - V_1.N_1/\text{berat sampel}) \times N \text{ NaOH} \times 14,008 \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan dari formula tersebut meliputi %N (persentase nitrogen), V_2N_2 (volume titrasi sampel), V_1N_1 (volume titrasi blanko), dan N NaOH (normalitas NaOH). Aktivitas penangkal radikal bebas diekspresikan sebagai persen inhibisi (%) yang diukur sebagai persentase berkurangnya warna DPPH (*1,1-diphenil-2-picrylhydrazyl*). Pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm, setelah sampel diinkubasi selama 30 menit. Perubahan warna ungu menjadi warna kuning menunjukkan efisiensi penangkal radikal bebas. Dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ inhibisi} = (\text{absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel} / \text{absorbansi blanko}) \times 100\%(2)$$

Hasil dan Pembahasan

Proksimat adalah analisis yang dilakukan untuk menguji kualitas atau kandungan kasar komponen kimia bahan atau produk pangan. Tabel 2 menunjukkan keberagaman nilai proksimat pada yogurt kara benguk hasil fermentasi menggunakan kultur starter berbeda. Perbedaan jenis kultur starter menunjukkan perbedaan nyata terhadap karbohidrat sebesar 67,51% (F4) dan sebesar 68,55% (F5), protein sebesar 28,00% (F2), 28,16% (F3), dan 28,02% (F4), air sebesar 2,04% (F2), dan abu sebesar 0,53% (F5). Proses fermentasi yogurt kara benguk menyebabkan komponen-komponennya terhidrolisis menjadi senyawa sederhana. Polisakarida menjadi senyawa sederhananya berupa oligosakarida, disakarida, dan monosakarida (12). Hidrolisis pada protein menjadi bentuk polipeptida, peptida dengan beragam sifat fungsional (antioksidan), dan asam amino bebas (13).

Oleh karena komposisi komponen kimia pada susu hewani dan susu nabati berbeda terutama jenis karbohidratnya maka ada beberapa penyesuaian yang harus dilakukan. Seperti waktu fermentasi lebih lama, penambahan ingridien (kasein dan laktosa), dan konsentrasi kultur starter. Hal ini dikarenakan kondisi tumbuh kurang ideal pada susu nabati tidak memungkinkan kultur starter tumbuh dengan cepat (14). Penelitian yang dilakukan pada fermentasi soy yogurt harus menggunakan sebanyak 10% konsentrasi kultur starter *L. plantarum* KU985432 dan membutuhkan waktu inkubasi selama 48 jam pada suhu 40°C. Pengukuran kadar proksimat soy yogurt dihasilkan protein sebesar 48,89%, lemak sebesar 30,87%, abu sebesar 6,83%, karbohidrat sebesar 10,60%, dan air sebesar 94,32% (15).

Dalam penelitian ini diperoleh hasil berbeda terutama terhadap nilai protein dan karbohidrat karena berasal dari sumber bahan dasar yang berbeda. Selain itu konsentrasi kultur starter yang diinokulasi hanya sebesar 3% sehingga membutuhkan waktu inkubasi lebih lama (72 jam). Keuntungan lain dari yogurt kara benguk ini adalah kadar lemaknya rata-rata rendah ($\leq 0,79\%$). Hal ini akan membawa keuntungan bagi konsumen yang menginginkan diet rendah lemak. Kondisi yogurt rendah lemak

dilakukan dengan mengeliminasi sebagian besar lemak melalui maserasi dengan pelarut heksana saat proses preparasi tepung kara benguk.

Tabel 2. Nilai Komponen Proksimat Yogurt Kacang Kara Benguk (100 g)

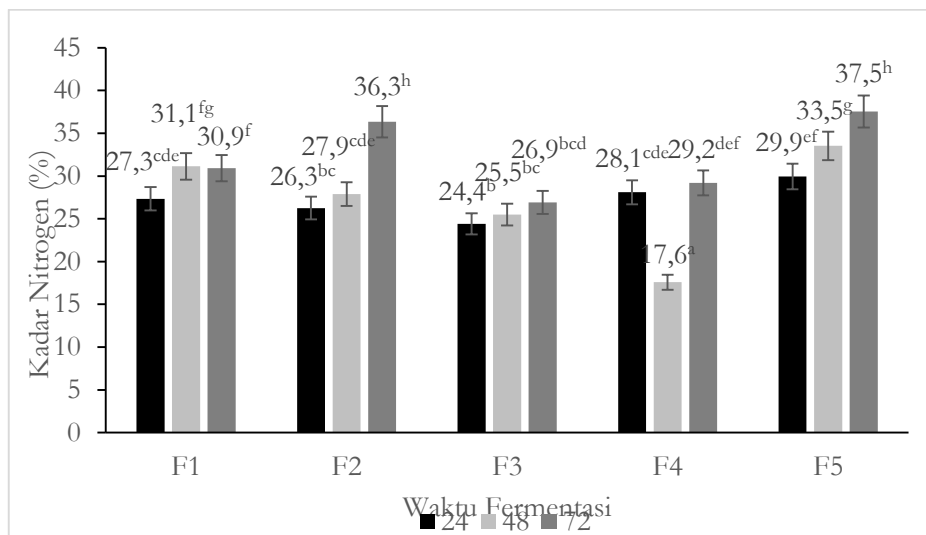
Parameter	F1	F2	F3	F4	F5
Karbohidrat	67,61±0,40 ^{cd}	67,69±0,27 ^{cd}	67,60±0,24 ^{cd}	67,51±0,16 ^c	68,55±0,11 ^d
Protein	27,83±0,42 ^{ab}	28,00±0,29 ^b	28,16±0,04 ^b	28,02±0,08 ^b	27,83±0,06 ^{ab}
Lemak	0,72±0,18 ^a	0,76±0,03 ^a	0,67±0,14 ^a	0,79±0,04 ^a	0,70±0,04 ^a
Air	2,30±0,11 ^b	2,04±0,10 ^a	2,29±0,10 ^b	2,38±0,08 ^b	2,41±0,09 ^b
Abu	1,55±0,92 ^b	1,52±0,50 ^b	1,28±0,42 ^b	1,32±0,04 ^b	0,53±0,14 ^a
Serat	18,19±3,51 ^a	20,37±3,97 ^a	18,24±4,82 ^a	39,61±35,58 ^a	19,06±1,92 ^a

Keterangan : Notasi huruf yang berbeda (a, b, c, dan d) pada kolom menunjukkan ada perbedaan nyata

F1 = *S. thermophilus* FNCC 0015 + *L. bulgaricus* FNCC 0041, F2 = *L. casei* FNCC 0090, F3 = *L. acidophilus* FNCC 0051, F4 = *L. plantarum* FNCC 0027, F5 = *S. thermophilus* FNCC 0015 + *L. bulgaricus* FNCC 0041 + *L. casei* FNCC 0090 + *L. acidophilus* FNCC 0051 + *L. plantarum* FNCC 0027

Salah satu parameter yang menjadi acuan keberhasilan proses fermentasi adalah kandungan protein terlarut. Komponen ini dapat berupa asam amino bebas dan juga keberadaan senyawa yang diharapkan seperti peptida bioaktif dengan fungsional sebagai antioksidan. Oleh karena itu, dilakukan analisis titrasi formol untuk mengukur laju hidrolisis protein oleh enzim. Prinsip dari metode ini adalah reaksi penetralan larutan protein dengan larutan basa (NaOH). Penambahan formaldehida akan membentuk gugus methilol dan mengikat gugus asam amino hasil hidrolisis sehingga konsentrasi protein terlarut dapat ditentukan. Gambar 1 menunjukkan konsentrasi protein terlarut (% nitrogen) masing-masing formulasi yogurt. Faktor perbedaan kultur starter dan waktu fermentasi menunjukkan perbedaan nyata terhadap konsentrasi protein terlarut. Makin lama waktu fermentasi maka konsentrasi protein terlarut akan makin tinggi. Tetapi, belum tentu menunjukkan makin besar potensi dari senyawa bioaktifnya. Hal ini karena dalam penelitian ini pengujian senyawa bioaktif protein terlarut hanya dilakukan pada akhir proses fermentasi (72 jam) saja. Konsentrasi protein terlarut tertinggi diperoleh sebesar 37,5% (F5) dan 36,3 % (F2).

Peptida merupakan salah satu bentuk hasil hidrolisis protein yang terdiri dari asam-asam amino yang saling berikatan secara kovalen melalui ikatan peptida. Ikatan peptida dibentuk dengan menarik unsur H₂O gugus karboksil suatu asam amino dan gugus α-amino dari molekul lain dengan reaksi kondensasi kuat. Peptida bioaktif asal protein dapat dihasilkan melalui hidrolisis enzimatik dan fermentasi mikroba, atau kombinasi keduanya (16). Selama fermentasi, mikroba dapat mensintesis bermacam enzim proteolitik. Enzim tersebut berperan mendegradasi protein menjadi peptida bioaktif dengan berat molekul rendah bersifat sebagai antioksidan. Jenis enzim berbeda yang dihasilkan mikroba tentunya akan menghasilkan bioaktivitas peptida yang berbeda pula (17). Disamping itu, jenis asam amino yang bersifat hidrofilik dan hidrofobik juga turut mempengaruhi sifat fungsional suatu peptida (13). Beberapa penelitian melaporkan bahwa kara benguk mengandung protein tinggi sebesar 26,75%, dibandingkan komak (*Dolichus lablab*) sebesar 21,37%, dan kratok (*Phaseolus lunatus*) sebesar 20,76% (18).

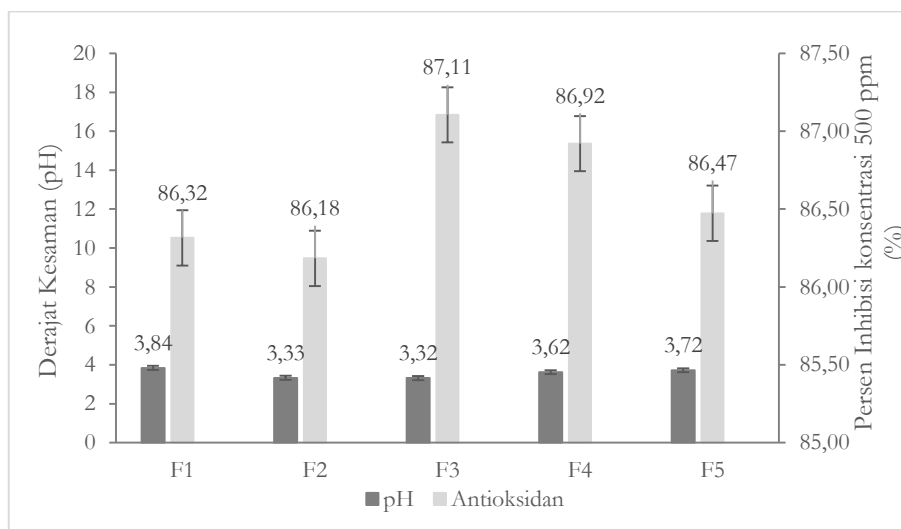


Keterangan : Notasi huruf yang berbeda (a, b, c, dan d) pada grafik menunjukkan ada perbedaan nyata. F1 = *S. thermophilus* FNCC 0015 + *L. bulgaricus* FNCC 0041, F2 = *L. casei* FNCC 0090, F3 = *L. acidophilus* FNCC 0051, F4 = *L. plantarum* FNCC 0027, F5 = *S. thermophilus* FNCC 0015 + *L. bulgaricus* FNCC 0041 + *L. casei* FNCC 0090 + *L. acidophilus* FNCC 0051 + *L. plantarum* FNCC 0027

Gambar 1.
Protein Terlarut (% Nitrogen) Formulasi Yogurt

Kandungan protein yang tinggi inilah menjadikan kara benguk berpotensi sebagai sumber peptida bioaktif (19). Tesy Pratami melaporkan bahwa aktivitas antioksidan tinggi pada kara benguk diperoleh dari bentuk hidrolisat proteinnya, yaitu pada fraksi hidrolisat dengan berat molekul >20 kDa (20). Secara teoritis berat molekul suatu hidrolisat protein dapat mempengaruhi aktivitas antioksidannya. Karakteristik peptida berantai panjang dengan berat molekul tinggi mengandung banyak gugus pereduksi dibanding peptida berantai pendek. Oleh karena itu akan mempengaruhi nilai persen inhibisinya (21). Sebagai tambahan, aktivitas suatu antioksidan juga dipengaruhi oleh komposisi asam amino, sekuens, struktur, dan hidrofobisitas peptida (22).

Gambar 2 menunjukkan derajat keasaman (pH) dan potensi antioksidan masing-masing formulasi yogurt. pH yogurt terendah diperoleh sebesar 3,32 (F3) dan 3,33 (F2) dan tertinggi sebesar 3,84 (F1). *L. acidophilus* FNCC 0051 (F3) dan *L. casei* FNCC 0090 (F2) termasuk ke dalam jenis BAL homofermentatif yang menghasilkan asam laktat melalui jalur *Embden-Meyerhof Parnas pathway* sebagai metabolit utama. Keberadaan enzim esensial seperti laktat dehidrogenase krusial bagi BAL untuk mengubah piruvat menjadi asam laktat (23). Asam laktat yang dihasilkan pada fermentasi yogurt berasal dari metabolisme berbagai jenis karbohidrat yang terdapat pada kara benguk, yang juga sebagai bahan utama. Oleh karena itu, makin rendah pH yang terukur maka konsentrasi asam laktat yang dihasilkan akan makin tinggi.



Keterangan : F1 = *S. thermophilus* FNCC 0015 + *L. bulgaricus* FNCC 0041, F2 = *L. casei* FNCC 0090, F3 = *L. acidophilus* FNCC 0051, F4 = *L. plantarum* FNCC 0027, F5 = *S. thermophilus* FNCC 0015 + *L. bulgaricus* FNCC 0041 + *L. casei* FNCC 0090 + *L. acidophilus* FNCC 0051 + *L. plantarum* FNCC 0027

Gambar 2.
Derajat Keasaman (pH) dan Persen Inhibisi Pada Konsentrasi 500 ppm (%)

Potensi aktivitas antioksidan berbagai formulasi yogurt terlihat pada nilai persen inhibisi (%), yang mana makin tinggi nilainya maka potensi aktivitas antioksidannya akan makin tinggi. Secara umum pengujian supernatan (500 ppm) seluruh formulasi yogurt menunjukkan aktivitas antioksidan tinggi. Dengan nilai persen inhibisi tertinggi yang diperoleh sebesar 87,11% (F3) dan terendah sebesar 86,18% (F2) (Gambar 2). Pengukuran antioksidan DPPH adalah metode yang paling umum digunakan. Prinsipnya adalah komponen senyawa antioksidan akan mendonorkan atom hidrogen dan elektronnya kepada senyawa radikal, menyebabkan DPPH menjadi bentuk tereduksi/nonradikal. Oleh karena itu, pada saat pengamatan akan terlihat warna ungu DPPH yang memudar menjadi kuning.

Berbagai produk fermentasi dilaporkan mengandung senyawa antioksidan yang tinggi. Hal ini terjadi karena keberadaan metabolit sekunder yang dihasilkan selama proses fermentasi oleh BAL. Dengan meningkatnya pertumbuhan BAL maka sekresi metabolit sekunder tentunya makin meningkat pula. Seperti peningkatan konsentrasi asam lemak rantai pendek asam asetat, propionat, butirir, dan laktat. Sintesis eksopolisakarida dan peptida bioaktif juga dapat membantu meningkatkan aktivitas antioksidan suatu produk fermentasi. Keberagaman metabolit sekunder yang dihasilkan disebabkan karena kemampuan BAL dalam mensintesis beragam jenis enzim. Antara lain, glukosidase, amilase, selulase, kitinase, inulinase, fitase, xilanase, tannase, esterase, invertase, dan lipase selama fermentasi (24).

Proses hidrolisis yang dilakukan oleh enzim yang dihasilkan BAL akan menghasilkan beragam peptida bioaktif yang salah satunya dapat bersifat sebagai antioksidan. Kekuatan aktivitas antioksidan dari peptida bioaktif umumnya mempunyai beberapa keunggulan. Antara lain, mempunyai bioaktivitas beragam yang tidak hanya mengandung antioksidan tetapi juga antibakteri dan antitumor, bersifat polar sehingga mudah diaplikasikan pada produk pangan, stabil dalam suasana asam dan basa, tahan terhadap asam lambung dan enzim pencernaan (25). Namun, untuk memproduksi peptida bioaktif asal protein nabati dari bahan baku kasein membutuhkan proses yang tidak mudah. Terdapat perbedaan komposisi komponen kimia pada bahan nabati dan hewani, terutama jenis karbohidratnya sehingga menjadikan medium tumbuh yang kurang ideal bagi kultur starter (14).

Kesimpulan

Perbedaan jenis kultur starter menunjukkan adanya perbedaan nyata terhadap komponen karbohidrat dan protein yogurt, nilai tertinggi masing-masing sebesar 68,55% dan 28,16%. Perbedaan jenis kultur starter dan lamanya waktu fermentasi menunjukkan perbedaan nyata terhadap konsentrasi protein terlarut, tertinggi sebesar 37,5% dihasilkan dari kultur campuran selama 72 jam. Derajat keasaman yogurt terendah yang dihasilkan sebesar 3,32 pada kultur starter *L. acidophilus* FNCC 0051. Seluruh formulasi yogurt menunjukkan nilai aktivitas antioksidan tinggi, dengan nilai persen inhibisi tertinggi sebesar 87,11% pada kultur starter *L. acidophilus* FNCC 0051. Dari hasil penelitian ini terutama komponen peptida bioaktif nantinya diharapkan dapat digunakan sebagai ingredien tambahan pangan tinggi antioksidan.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini didanai melalui skema penelitian hibah internal Universitas Esa Unggul tahun anggaran 2023 dengan nomor kontrak No.056/LPPM/Kontrak-int/pnt/x/2023.

Daftar Pustaka

1. Ardabilchi Marand M, Amjadi S, Ardabilchi Marand M, Roufegarinejad L, Jafari SM. *Fortification of yogurt with flaxseed powder and evaluation of its fatty acid profile, physicochemical, antioxidant, and sensory properties*. Powder Technol. 2020 Jan 1;359:76–84.
2. Li C, Song J, Kwok L yu, Wang J, Dong Y, Yu H, et al. *Influence of Lactobacillus plantarum on yogurt fermentation properties and subsequent changes during postfermentation storage*. J Dairy Sci. 2017 Apr 1;100(4):2512–25.
3. Fazilah NF, Ariff AB, Khayat ME, Rios-Solis L, Halim M. *Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt*. J Funct Foods. 2018 Sep 1;48:387–99.
4. D'Andrea AE, Kinchla AJ, Nolden AA. *A comparison of the nutritional profile and nutrient density of commercially available plant-based and dairy yogurts in the United States*. Front Nutr. 2023;10.
5. Goa T, Beyene G, Mekonnen M, Gorems K. *Isolation and Characterization of Lactic Acid Bacteria from Fermented Milk Produced in Jimma Town, Southwest Ethiopia, and Evaluation of their Antimicrobial Activity against Selected Pathogenic Bacteria*. International Journal of Food Science 2022(1), 2076021
6. Bachmann H, Starrenburg MJC, Molenaar D, Kleerebezem M, Van Hylckama Vlieg JET. *Microbial domestication signatures of Lactococcus lactis can be reproduced by experimental evolution*. Genome Res. 2012 Jan;22(1):115–24.
7. Mulyani L, Kartadarma E, Fitriyaningsih SP. *Manfaat dan kandungan kacang kara benguk (Mucuna pruriens L.) sebagai obat herbal*. Prosiding Farmasi. 2016; 351-357.
8. Siddhuraju P, Becker K, Makkar HPS. *Studies on the nutritional composition and antinutritional factors of three different germplasm seed materials of an under-utilized tropical legume, Mucuna pruriens var. utilis*. J Agric Food Chem. 2000 ;48(12):6048–60.
9. Picauly P, Talahatu J, Mailoa M. *Pengaruh penambahan air pada pengolahan susu kedelai*. Agritekno: Jurnal Teknologi Pertanian. 2015; 4(1), 8-13.
10. AOAC. *Official method of Analysis*. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC. 188th Edition. 2005.
11. Pyne GT. *The determination of milk-proteins by formaldehyde titration*. Biochemical journal. 1932; 26(4), 1006.
12. Ramaprabha K, Kumar V, Saravanan P, Rajeshkannan R, Rajasimman M, Kamyab H, Vasseghian, Y. *Exploring the diverse applications of Carbohydrate macromolecules in food, pharmaceutical, and environmental technologies*. Environmental Research. 2024; 240, 117521.
13. Nagaoka S. *Structure–function properties of hypolipidemic peptides*. Journal of Food Biochemistry. 2019; 43(1), e12539.
14. Bachmann H, Starrenburg MJ, Molenaar D, Kleerebezem M, Van Hylckama Vlieg JE. *Microbial domestication signatures of Lactococcus lactis can be reproduced by experimental evolution*. Genome research. 2012; 22(1), 115-124.

15. Mehaya FM, El-Shazly AI, El-Dein AN, Farid MA. *Evaluation of nutritional and physicochemical characteristics of soy yogurt by Lactobacillus plantarum KU985432 and Saccharomyces boulardii CNCMI-745*. Scientific Reports. 2023; 13(1), 13026.
16. Singh BP, Vij S, Hati S. *Functional significance of bioactive peptides derived from soybean*. Peptides. 2014; 54, 171-179.
17. Chalamaiah M, Hemalatha R, Jyothirmayi T, Diwan PV, Bhaskarachary K, Vajreswari A. *Chemical composition and immunomodulatory effects of enzymatic protein hydrolysates from common carp (Cyprinus carpio) egg*. Nutrition. 2015 Feb 1;31(2):388–98.
18. Rahayu NA, Cahyanto MN, Indrati R. *Pola Perubahan Protein Koro Benguk (Mucuna pruriens) Selama Fermentasi Tempe Menggunakan Inokulum Raprima*. Agritech. 2019 Sep 6;39(2):128-135.
19. Sitanggang AB, Putri JE, Palupi NS, Hatzakis E, Syamsir E, Budijanto S. *Enzymatic Preparation of Bioactive Peptides Exhibiting ACE Inhibitory Activity from Soybean and Velvet Bean: A Systematic Review*. Molecules. 2021 Jul 1:26(13).
20. Pratami T, Sitanggang AB, Wijaya CH. *Produksi Hidrolisat Protein Kacang Koro Benguk dengan Aktivitas Penghambat Kerja Enzim Pengkonversi Angiotensin melalui Kombinasi Fermentasi dan Hidrolisis Enzimatik*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. 2022 Dec 27;33(2):157–68.
21. Mosquera M, Giménez B, Ramos S, López-Caballero ME, Gómez-Guillén M del C, Montero P. *Antioxidant, ACE-Inhibitory, and Antimicrobial Activities of Peptide Fractions Obtained From Dried Giant Squid Tunics*. Journal of Aquatic Food Product Technology. 2016 Apr;25(3):444–55.
22. Zou T Bin, He TP, Li H Bin, Tang HW, Xia EQ. *The Structure-Activity Relationship of the Antioxidant Peptides from Natural Proteins*. Molecules. 2016 Jan 12;21(1):72.
23. Rizal S, Erna M, Nurainy F, Tambunan AR. *Probiotic characteristic of lactic fermentation beverage of pineapple juice with variation of lactic acid bacteria (LAB) types*. Indonesian Journal of Applied Chemistry. 2016. 18(01), 106411.
24. Muñoz R, de las Rivas B, López de Felipe F, Reverón I, Santamaría L, Esteban-Torres M. *Biotransformation of Phenolics by Lactobacillus plantarum in Fermented Foods*. Fermented Foods in Health and Disease Prevention. 2017 Jan 1;63–83.
25. Akbarian M, Khani A, Eghbalpour S, Uversky VN. *Bioactive Peptides: Synthesis, Sources, Applications, and Proposed Mechanisms of Action*. International Journal Of Molecular Sciences. 2022 Feb; 23(3): 1445. <https://doi.org/10.3390%2Fijms23031445>