



## Aktivitas antioksidan yoghurt susu biji ketapang (*Terminalia catappa* L.) dengan penambahan ekstrak daun seledri (*Apium graveolens* L.)

Nanik Suhartatik<sup>1\*</sup>, Mercuria Karyantina<sup>1</sup>, Kharis Triyono<sup>2</sup>, Yudha Dwi Haryo Bintoro<sup>1</sup>

*Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Slamet Riyadi, Surakarta, Indonesia*  
*Agroteknologi, Universitas Slamet Riyadi, Surakarta, Indonesia*

### Article history

*Diterima:*

23 September 2022

*Diperbaiki:*

7 Januari 2023

*Disetujui:*

31 Januari 2023

### Keyword

*celery;*

*lactic acid bacteria;*

*tropical almond;*

*yogurt;*

### ABSTRACT

*Tropical almonds (*Terminalia catappa* L) are food ingredients that can be developed into probiotic drinks like yogurt. The addition of celery leaf extract in to yoghurt can affect the growth of the bacteria. Celery leaf contain natural antimicrobial compounds that can influence bacterial growth. However, celery also contain bioactive compounds that can improve the functional properties of food. This study aimed to determine the antioxidant activity of tropical almond yogurt with the addition of celery leaves. The research method used was factorial Completely Randomized Design (CRD), with the first factor being the type of starter culture and the second factor the fermentation time (0, 2, 4, 6, 8, 12, and 16h). The starter culture included *Lactobacillus bulgaricus* (Lb), *Streptococcus thermophilus* (St), and *Lactobacillus bulgaricus* - *Streptococcus thermophilus* (St-Lb). Data analysis used Duncan Multiple Range Test with a significance level of 5%. The results showed that after 16h of fermentation, the total acid-producing bacteria was at 7.47 log CFU/ml. This value met the standard criteria for probiotics products. Antioxidant activity with the highest percentage of inhibition (97.11%) was found in yogurt with a starter type of St-Lb. This product had 7.21 log CFU/ml of total acid-producing bacteria, total phenol content (TPC) of 143.61 mg GAE/ 100 ml, total flavonoids of 281.22 mg QE/g, a total sugar content of 25.76%, and protein content of 13.38%. Tropical almond yoghurt, with the addition of celery leaves, has the potential to be developed as a functional food. Further research need to investigate the functional properties of the yoghurt.*



*This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.*

\* Penulis korespondensi

Email : n\_suhartatik@yahoo.com

DOI 10.21107/agrointek.v17i4.16993

## PENDAHULUAN

Yoghurt merupakan bahan makanan yang terbuat dari susu atau susu skim yang memiliki rasa agak asam hasil dari fermentasi oleh bakteri – bakteri tertentu (Agustina *et al.* 2015). Pembuatan yoghurt biasanya menggunakan dua jenis *starter* yaitu *Lactobacillus bulgaricus* (*Lb*) dan *Streptococcus thermophilus* (*St*) atau kombinasi antara keduanya. Biji ketapang (*Terminalia catappa* L) berpotensi untuk dikembangkan menjadi yoghurt karena kandungan gizi yang ada di dalamnya. Komponen gizi yang terdapat pada biji ketapang di antaranya protein 25,3%, gula 16%, serat 17,5%, karbohidrat 5,8%, fosfor 2200 µ/g, lemak mentah 16,35%, dan juga terkandung asam amino, magnesium, kalsium, besi, seng, vitamin A, vitamin C, natrium, dan mangan (Delima 2013).

Penggunaan biji ketapang sebagai bahan dasar pembuatan yoghurt telah dilakukan sebelumnya oleh Suhartatik *et al.* (2020) yang menunjukkan bahwa biji ketapang menghasilkan yoghurt dengan tekstur dan rasa yang sesuai dan diterima oleh konsumen. Jumlah sel juga memenuhi standar untuk produk probiotik, yaitu minimal 10<sup>6</sup> CFU/ml (Hadjimbei *et al.* 2022). Walaupun ada beberapa negara yang menetapkan standar lebih tinggi (Nyanzi *et al.* 2021).

Yoghurt yang beredar di pasaran sebagian besar menggunakan bahan perisa, diantaranya adalah rasa anggur, peach, melon, dan bahkan ada juga yoghurt yang ditambah dengan daun seledri (Anisya *et al.* 2017; Mardian, 2019). Kombinasi antara yoghurt dengan penambahan daun seledri terbukti dapat menurunkan tekanan darah sistolik hewan coba (Anisya *et al.* 2017). Azizkhani dan Tooryan (2016) juga melaporkan bahwa penambahan minyak atsiri dari herbal dapat meningkatkan kemampuan yoghurt sebagai antimikrobia. Penambahan ekstrak daun seledri ke dalam yoghurt biji ketapang berpotensi untuk dilakukan untuk meningkatkan sifat fungsionalnya.

Seledri (*Apium graveolens* L.) merupakan tumbuhan yang biasa digunakan sebagai penyedap makanan dan berkhasiat. Daun seledri mengandung flavonoid yang dapat mengurangi pengaruh radikal bebas pada tubuh (Dwinanda *et al.* 2019). Kandungan senyawa antioksidan yang terdapat pada seledri antara lain flavonoid, glikosida, apiin, apigenin, graveobiosida A dan B,

isoquercetin, vitamin A, vitamin B, dan vitamin C (Dalimartha 2000). Namun, Lianah *et al.* (2021) menyebutkan bahwa ekstrak etanol daun seledri juga mempunyai kemampuan sebagai antimikrobia dan tergolong daya hambat kuat.

Penambahan ekstrak daun seledri dalam proses pembuatan yoghurt biji ketapang juga dikhawatirkan akan mempengaruhi pertumbuhan bakteri yang ada di dalamnya. Pertumbuhan bakteri dalam fermentasi yoghurt akan menghasilkan metabolit-metabolit yang mempunyai aktivitas sebagai antioksidan. Komponen antioksidan yang terdapat dalam yoghurt di antaranya adalah peptida bioaktif (Gupta *et al.* 2009). Bahkan dalam fermentasi yoghurt sejumlah peptide bioaktif dan asam amino dibebaskan dan memberi kontribusi pada aktivitas antioksidannya (Kudoh *et al.* 2001; Korhonen, 2009). Peningkatan aktivitas antioksidan yoghurt dapat dilakukan dengan menambahkan ekstrak herbal atau sumber antioksidan alami (Ananbeh *et al.* 2017).

Penambahan ekstrak daun seledri dalam pembuatan yoghurt biji ketapang dapat mempengaruhi aktivitas antioksidannya, Namun di lain pihak, daun seledri juga mempunyai kemampuan sebagai antimikrobia sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, sampai sejauh mana ekstrak daun seledri akan menghambat pertumbuhan mikrobia dalam fermentasi yoghurt. Penambahan ekstrak bunga telang (*Clitorian ternatea*) juga pernah dilakukan pada yoghurt susu kambing untuk meningkatkan aktivitas antioksidannya (Dewi *et al.* 2019).

Pengembangan yoghurt biji ketapang dengan penambahan ekstrak daun seledri belum pernah dilakukan sebelumnya. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai acuan pengembangan produk yoghurt berbasis kacang-kacangan, serta pemanfaatan ekstrak daun seledri untuk memberi nilai tambah pada produk pangan.

## METODE

### Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu autoklaf, spektrofotometer UV-VIS untuk mengukur aktivitas antioksidan, kadar gula total, dan protein, *laminer air flow*, inkubator, *waterbath*, serta peralatan masak dan gelas pembantu lainnya.

Biji ketapang diperoleh di daerah pemukiman penduduk dengan ciri buah sudah

matang, berwarna kuning kecoklatan, terdapat biji di dalamnya. Pengumpulan biji dilakukan selama 1 minggu dari beberapa tempat seperti Sukoharjo, Solo, dan Karanganyar. Bahan tambahan lain yaitu susu skim, glukosa (Merck), kultur bakteri asam laktat *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* yang diperoleh dari Laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi (PSPG) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Bahan analisa yang digunakan antara lain MRS (*deMann Rogosa Sharpe*, Merck), CaCO<sub>3</sub>, agar (Difco), Na Azida (Merck), NaCl, Reagen Nelson, BSA (*Bovine Serum Albumin*) 0,03 M, glukosa anhidrat, NaOH 40%, HCl, Asam Galat, Reagen Folin, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7%, Quercetine (Sigma), NaOH 0,1N, Larutan DPPH, metanol, alkohol 70%. Semua bahan kimia yang digunakan merupakan kualitas minimal untuk analisis di laboratorium (p.a. *pro analysis*).

#### Analisa data

Penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Faktor pertama yaitu variasi jenis *starter* yaitu *Lactobacillus bulgaricus* (*Lb*), *Streptococcus thermophilus* (*St*), serta campuran antara *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* (*St-Lb*). Faktor kedua diperoleh dari lama waktu fermentasi yoghurt yaitu 0, 2, 4, 6, 8, 12, dan 16 jam. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan pada setiap perlakuan, apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* pada tingkat signifikansi 0,05.

### TAHAPAN PENELITIAN

#### Pembuatan kultur kerja

Kultur murni *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* diremajakan dengan cara digoreskan pada 5 ml MRS agar dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (Setioningsih *et al.* 2004).

#### Pembuatan *starter*

Pembuatan *starter* dilakukan dengan menanam kultur stok yang telah diremajakan pada media MRS broth dan diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C. Masing – masing kultur cair diinokulasi sebanyak 1% pada larutan susu skim 10% steril. Kultur kemudian diinkubasi lagi selama 24 jam dengan suhu 37°C dan didapatkan *starter* induk. *Starter* induk sebanyak 3% diinokulasi pada larutan susu skim 10% dengan campuran glukosa 3% kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C sehingga

didapatkan *starter* siap pakai. Modifikasi dilakukan pada bagian inkubasi *starter* induk dan *starter* siap pakai selama 24 jam, karena waktu inkubasi yang optimal terdapat pada waktu 18 – 48 jam, pada waktu tersebut *starter* sudah siap dipakai (Setioningsih *et al.* 2004).

#### Pembuatan filtrat biji ketapang

Buah ketapang dibelah dan diambil bijinya. Biji ketapang kemudian dibersihkan dan dikukus selama 5 menit untuk menonaktifkan enzim dan mendapatkan filtrat biji ketapang dengan aroma harum (Sumarni *et al.* 2017). Biji ketapang kemudian dihancurkan dengan blender dan penambahan air dengan perbandingan 1:6 (b/v). Filtrat biji ketapang diperoleh dengan cara penyaringan menggunakan kain saring. Filtrat biji ketapang kemudian dipanaskan pada suhu 80 - 85°C selama 3 menit (pasteurisasi).

#### Pembuatan ekstrak seledri

Daun seledri dipisahkan dari batang dan akar. Daun seledri (5%) diblender dengan penambahan air (Kolarovic *et al.* 2009). Ekstrak daun seledri disaring dan filtrat siap digunakan. Ekstrak daun seledri yang ditambahkan adalah sebanyak 2% (v/v).

#### Pembuatan yoghurt biji ketapang

Filtrat biji ketapang dicampur dengan susu skim 10% (w/v) dan glukosa 3% (w/v) hingga homogen. Campuran yang sudah homogen dipasteurisasi pada suhu 85°C selama 15 menit dan didinginkan hingga suhu 40°C. Setelah dingin, tambahkan *starter* sesuai dengan perlakuan. Untuk perlakuan *starter* campuran (*St-Lb*) diberikan dengan perbandingan 1:1 (v/v). Konsentrasi ekstrak seledri yang ditambahkan adalah 2% (v/v). Filtrat biji ketapang kemudian difermentasi menggunakan inkubator (Memmert) pada suhu 39-41 °C dan dilakukan pengamatan sesuai perlakuan.

Jumlah bakteri pembentuk asam dihitung menggunakan media MRS agar dengan penambahan 1% CaCO<sub>3</sub> secara pour plate. Media kemudian diinkubasi pada suhu 37°C dan dihitung jumlah koloni yang mempunyai zona jernih.

Analisis kimia yang dilakukan meliputi kadar gula total (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar protein (Sudarmadji *et al.*, 1997), aktivitas antioksidan metode DPPH (Yen and Chen, 1995), total fenol (Mukhrani *et al.* 2019), dan total flavonoid (Stankovic *et al.* 2011).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Total Bakteri Pembentuk Asam

Total bakteri pembentuk asam tertinggi dijumpai pada yoghurt dengan *starter* St dan lama fermentasi selama 16 jam, yaitu sebesar 7,47 log CFU/ml (Tabel 1). Bakteri asam laktat yang dihasilkan sudah memenuhi SNI yaitu 10<sup>7</sup> koloni/g. Semakin lama waktu fermentasi maka bakteri asam laktat yang dihasilkan semakin banyak (Hadjimbei *et al.* 2022).

Pemantauan jumlah sel dilakukan setiap 2-4 jam, dengan tujuan untuk mempelajari pengaruh penambahan seledri terhadap pertumbuhan bakteri probiotik dalam fermentasi yoghurt. Menurut Emad *et al.* (2022) ada 115 molekul yang ada dalam daun seledri yang mempunyai potensi sebagai antimikrobia dan antioksidan. Lebih lanjut disampaikan bahwa daun seledri mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* namun tidak menghambat pertumbuhan *Candida albicans*.

### Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan yoghurt biji ketapang dengan penambahan seledri menunjukkan hasil berbeda tidak nyata dengan perlakuan *starter* yang berbeda dan lama fermentasi yang berbeda (Tabel 2). Yoghurt dengan kultur campuran (St-Lb) memberikan aktivitas antioksidan yang paling besar di antara perlakuan yang lain. Yoghurt biji ketapang mempunyai aktivitas antioksidan sebesar 97,11% setelah difermentasi selama 12 jam. Aktivitas antioksidan terendah terdapat pada perlakuan jenis *starter Lactobacillus bulgarius* dan lama waktu fermentasi 8 jam, yaitu sebesar 87,86%. Meskipun begitu, aktivitas antioksidan yoghurt seledri dapat dikatakan stabil selama proses fermentasi dan mempunyai aktivitas yang cenderung tinggi.

Komponen antioksidan yang terdapat pada biji ketapang adalah skualen (Venkatalakshmi *et al.* 2016) sedangkan dalam daun seledri dapat ditemukan flavonoid, kumarin dan benzofuran, fenilpropanoid, asam fenolat, glikosida, atau senyawa alifatik lain, iridoid, terpena, asam lemak, dan senyawa lain yang tidak dapat dideteksi (Emad *et al.* 2022). Selain itu di dalam biji ketapang juga mengandung sejumlah protein dan peptida biogenik yang mempunyai kemampuan sebagai antioksidan. Namun nampaknya fermentasi tidak banyak berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan yoghurt biji ketapang dilihat dari tidak adanya tren kenaikan atau penurunan aktivitas antioksidan selama fermentasi. Peningkatan jumlah sel yang terjadi selama proses fermentasi tidak mempengaruhi aktivitas antioksidan yoghurt biji ketapang. Namun beberapa hasil menyebutkan bahwa hasil fermentasi seperti asam laktat dan peptida biogenik dapat meningkatkan aktivitas antioksidan produk hasil fermentasi (Gjorgievski *et al.* 2013; Cho *et al.* 2020;). Srivastava *et al.* (2015) melaporkan bahwa penambahan jahe, ekstrak basil, dan ekstrak daun mint mampu meningkatkan aktivitas antioksidan yoghurt yang dihasilkan. Semakin tinggi ekstrak herbal yang ditambahkan, makin tinggi pula aktivitas antioksidannya.

### Total Fenol

Hasil pengujian total fenol (Tabel 3) menunjukkan beda nyata pada perlakuan variasi jenis *starter* dan lama waktu fermentasi. Total fenol tertinggi terdapat pada perlakuan jenis *starter Streptococcus thermophilus* dan lama waktu fermentasi 2 jam sebesar 180,88 mg GAE/100ml, sedangkan total fenol terendah sebesar 98,70 mg GAE/100ml yang didapatkan dari perlakuan jenis *starter Lactobacillus bulgarius* dan lama waktu fermentasi 2 jam.

Tabel 1 Total Bakteri Pembentuk Asam (log CFU/ml)

Lama Fermentasi (jam)	Variasi Jenis <i>Starter</i>		
	( <i>St</i> )	( <i>Lb</i> )	( <i>St-Lb</i> )
0	6.41	6.40	6.41
2	6.57	6.62	6.43
4	6.64	6.72	6.62
6	6.91	6.87	6.74
8	7.15	7.04	6.88
12	7.27	7.21	7.21
16	7.47	7.36	7.31

Tabel 2 Aktivitas Antioksidan Yoghurt biji ketapang (%RSA DPPH)

Lama Fermentasi (jam)	Variasi Jenis Starter			Rerata
	(St)	(Lb)	(St-Lb)	
0	93.98±0.24 <sup>cde</sup>	90.31±0.14 <sup>b</sup>	91.19±1.49 <sup>b</sup>	75.56±23.83 <sup>p</sup>
2	95.61±1.11 <sup>efgh</sup>	94.63±0.67 <sup>def</sup>	95.92±0.87 <sup>fgh</sup>	95.39±0.92 <sup>r</sup>
4	94.56±1.25 <sup>cdef</sup>	93.74±0.48 <sup>cd</sup>	93.98±0.63 <sup>cdef</sup>	94.09±0.76 <sup>qr</sup>
6	96.05±0.38 <sup>fgh</sup>	95.68±0.72 <sup>efgh</sup>	93.71±0.34 <sup>cd</sup>	95.15±1.20 <sup>r</sup>
8	95.24±0.19 <sup>defg</sup>	87.86±0.24 <sup>a</sup>	94.12±0.72 <sup>cde</sup>	92.40±3.57 <sup>q</sup>
12	90.75±0.48 <sup>b</sup>	96.70±0.43 <sup>gh</sup>	97.11±0.43 <sup>h</sup>	94.85±3.20 <sup>qr</sup>
16	94.08±0.58 <sup>cde</sup>	90.68±0.58 <sup>b</sup>	92.89±1.20 <sup>c</sup>	92.55±1.68 <sup>q</sup>
Rerata	94.32±1.77 <sup>y</sup>	92.80±3.13 <sup>x</sup>	94.13±1.97 <sup>y</sup>	

Keterangan: kolom dengan notasi berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikansi 0,05

Tabel 3 Hasil analisa total fenol yoghurt

Lama Fermentasi	Variasi Jenis Starter			Rerata
	(St)	(Lb)	(St-Lb)	
0	152.18±3.60 <sup>efg</sup>	167.92±6.87 <sup>h</sup>	167.22±1.31 <sup>h</sup>	162.44±8.70 <sup>r</sup>
2	180.88±2.95 <sup>i</sup>	98.70±6.55 <sup>a</sup>	121.85±2.62 <sup>b</sup>	133.81±38.05 <sup>p</sup>
4	142.22±1.96 <sup>cde</sup>	146.85±6.55 <sup>cdef</sup>	143.15±4.58 <sup>cde</sup>	144.07±4.28 <sup>q</sup>
6	139.91±1.31 <sup>c</sup>	141.76±0.00 <sup>cd</sup>	154.26±1.96 <sup>fg</sup>	145.31±7.06 <sup>q</sup>
8	141.06±0.98 <sup>c</sup>	151.48±3.92 <sup>defg</sup>	138.75±2.95 <sup>c</sup>	143.77±6.46 <sup>q</sup>
12	157.27±10.15 <sup>g</sup>	140.37±1.96 <sup>c</sup>	143.61±1.96 <sup>cde</sup>	147.05±9.30 <sup>q</sup>
16	140.83±1.31 <sup>c</sup>	146.16±6.87 <sup>cdef</sup>	127.18±3.60 <sup>b</sup>	138.06±9.44 <sup>p</sup>
Rerata	1550.62±14.68 <sup>y</sup>	141.89±20.68 <sup>x</sup>	142.29±14.96 <sup>x</sup>	

Keterangan: kolom dengan notasi berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikansi 0,05

Total fenol yang tidak stabil, hasil total fenol yoghurt biji ketapang dengan penambahan ekstrak daun seledri cenderung naik turun tak beraturan. Lama fermentasi mempengaruhi total fenol yang dihasilkan. Pada saat proses fermentasi berlangsung bakteri asam laktat menghasilkan enzim  $\beta$ -glukosidase yang akan menghidrolisis glukosida fenolik dan menghasilkan senyawa aglikon sehingga menyebabkan polifenol bebas meningkat (Pratiwi 2015).

### Flavonoid

Hasil analisa total flavonoid didapatkan beda nyata pada perlakuan variasi starter dan lama waktu fermentasi. Total flavonoid tertinggi didapatkan pada jenis starter *Streptococcus thermophilus*-*Lactobacillus bulgarius* dan lama waktu fermentasi 16 jam sebesar 306,44 mg QE/g, sedangkan total flavonoid terendah terdapat pada sampel dengan perlakuan jenis starter St-Lb pada jam ke 0, yaitu sebesar 79,01 mg QE/g. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tinggi rendahnya total flavonoid dipengaruhi oleh aktivitas bakteri asam laktat, selama proses fermentasi bakteri asam laktat

menghasilkan enzim yang dapat memetabolisme gula dan mendegradasi senyawa fenolik kompleks serta melepas senyawa fenol dari substrat sehingga menyebabkan gugus fenol bertambah untuk membentuk senyawa flavonoid (Suharyanto and Sari 2020). Seledri juga memiliki kandungan flavonoid, dimana kandungan flavonoid termasuk kedalam kelompok senyawa fenol tertinggi.

### Kadar Gula total

Pengujian kadar gula total penelitian ini menggunakan metode Nelson-Somogyi. Hasil uji anova variasi starter dan lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar gula total yang dihasilkan. Kadar gula tertinggi didapatkan pada perlakuan jenis starter St-Lb dan lama waktu fermentasi 6 jam sebesar 54,67%, sedangkan kadar gula total terendah terdapat pada perlakuan *Streptococcus thermophilus* dan lama waktu fermentasi 0 jam sebesar 4,47%. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Kadar gula total pada yoghurt biji ketapang dengan penambahan ekstrak daun seledri mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak stabil, hal tersebut terjadi karena aktivitas bakteri

yoghurt memfermentasikan gula menjadi asam laktat dan asam yang lain (Maulidya 2007). Menurut Dhahana *et al.* (2021) pada penelitiannya lama fermentasi menyebabkan penurunan gula total terjadi karena berlangsungnya pembongkaran dan pembaruan gula pada bakteri saat fermentasi yang dijadikan sumber energi untuk bakteri. Hasil kadar gula total juga dipengaruhi dengan kadar gula yang terdapat pada biji ketapang serta penambahan gula sebanyak 3%.

### Kadar Protein

Pengujian kadar protein didapatkan hasil uji anova terdapat perbedaan yang nyata pada variasi *starter* dan lama waktu fermentasi. Hasil kadar protein tertinggi sebesar 15,39% yang didapatkan dari perlakuan variasi *starter Lactobacillus bulgarius* dan lama waktu fermentasi 12 jam, sedangkan kadar protein terendah sebesar 9,87% yang didapatkan pada perlakuan jenis *stare Lactobacillus bulgarius* dan lama waktu

fermentasi 2 jam. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Perubahan kadar protein pada proses fermentasi dikarenakan bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgarius* pada yoghurt akan terus bertumbuh sehingga membutuhkan zat makanan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan-nya (Nurhayati *et al.* 2014). Fermentasi pada produk susu dapat meningkatkan pelepasan asam amino dan peptida pada produk yang dibuat, sehingga berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa lamanya fermentasi mempengaruhi jumlah pelepasan asam amino dan peptida yang mampu meningkatkan kadar protein pada yoghurt (Simanihuruk *et al.* 2019).

Kenaikan jumlah sel akan terjadi selama proses fermentasi. Semakin lama waktu fermentasi, semakin banyak pula jumlah sel yang ada dalam produk yoghurt. Sel yang mengalami lisis juga akan memberikan kontribusi pada tingginya kadar protein yoghurt biji ketapang.

Tabel 4 Total flavonoid yoghurt biji ketapang dengan penambahan daun seledri

Lama Fermentasi	Variasi Jenis <i>Starter</i>			Rerata
	( <i>St</i> )	( <i>Lb</i> )	( <i>St-Lb</i> )	
0	283.65±0.16 <sup>qr</sup>	123.37±0.94 <sup>e</sup>	79.01±0.78 <sup>a</sup>	162.01±96.29 <sup>r</sup>
2	161.86±0.31 <sup>g</sup>	156.11±0.00 <sup>f</sup>	190.62±0.62 <sup>k</sup>	169.53±16.54 <sup>s</sup>
4	107.55±0.78 <sup>c</sup>	103.46±1.25 <sup>b</sup>	263.74±1.73 <sup>p</sup>	158.25±81.74 <sup>q</sup>
6	178.23±3.75 <sup>j</sup>	210.54±1.25 <sup>m</sup>	221.81±0.00 <sup>n</sup>	203.52±20.31 <sup>t</sup>
8	169.27±1.73 <sup>h</sup>	113.96±0.47 <sup>d</sup>	154.34±1.56 <sup>f</sup>	145.86±25.61 <sup>p</sup>
12	174.58±0.78 <sup>i</sup>	285.31±0.62 <sup>r</sup>	281.22±0.16 <sup>q</sup>	247.04±56.16 <sup>u</sup>
16	196.71±0.78 <sup>l</sup>	242.50±0.16 <sup>o</sup>	306.44±0.47 <sup>s</sup>	248.55±49.30 <sup>v</sup>
Rerata	181.69±67.76 <sup>x</sup>	176.46±50.75 <sup>y</sup>	213.88±76.39 <sup>z</sup>	

Keterangan: kolom dengan notasi berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikansi 0,05

Tabel 5 Kadar gula total yoghurt biji ketapang dengan penambahan ekstrak daun seledri (g/100 ml)

Lama Fermentasi	Variasi Jenis <i>Starter</i>			Rerata
	( <i>St</i> )	( <i>Lb</i> )	( <i>St-Lb</i> )	
0	4.47±0.19 <sup>a</sup>	4.32±0.01 <sup>l</sup>	2.84±0.23 <sup>f</sup>	2.53±0.17 <sup>q</sup>
2	4.99±0.21 <sup>a</sup>	4.15±0.12 <sup>k</sup>	4.78±0.11 <sup>n</sup>	3.14±0.20 <sup>s</sup>
4	6.54±0.40 <sup>b</sup>	5.02±0.22 <sup>o</sup>	3.98±0.02 <sup>j</sup>	3.22±0.20 <sup>s</sup>
6	12.28±0.00 <sup>d</sup>	4.63±0.35 <sup>m</sup>	5.47±0.10 <sup>p</sup>	3.78±0.20 <sup>u</sup>
8	10.87±0.01 <sup>c</sup>	4.01±0.48 <sup>j</sup>	2.93±0.44 <sup>fg</sup>	2.68±0.13 <sup>r</sup>
12	11.31±0.01 <sup>cd</sup>	3.60±0.04 <sup>i</sup>	2.58±0.35 <sup>f</sup>	2.44±0.11 <sup>p</sup>
16	13.82±0.0 <sup>e</sup>	3.00±0.03 <sup>h</sup>	2.92±0.17 <sup>fg</sup>	2.43±0.81 <sup>p</sup>
Rerata	9.18±3.62 <sup>x</sup>	4.10±6.43 <sup>z</sup>	3.61±0.12 <sup>y</sup>	

Keterangan : kolom dengan notasi berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf signifikansi 0,05

Tabel 6 Kadar protein yoghurt biji ketapang dengan penambahan ekstrak daun seledri (mg/ 100 ml)

Lama Fermentasi	Variasi Jenis Starter			Rerata
	(St)	(Lb)	(St-Lb)	
0	14.75±0.09 <sup>l</sup>	14.27±0.08 <sup>k</sup>	13.92±0.11 <sup>j</sup>	14.31±0.38 <sup>t</sup>
2	10.77±0.01 <sup>c</sup>	9.87±0.01 <sup>a</sup>	10.19±0.02 <sup>b</sup>	10.28±0.40 <sup>p</sup>
4	15.22±0.01 <sup>n</sup>	14.34±0.05 <sup>k</sup>	15.25±0.07 <sup>n</sup>	14.94±0.46 <sup>u</sup>
6	15.30±0.08 <sup>no</sup>	14.93±0.06 <sup>m</sup>	14.85±0.04 <sup>m</sup>	15.03±0.22 <sup>v</sup>
8	11.25±0.02 <sup>de</sup>	11.36±0.00 <sup>e</sup>	10.73±0.03 <sup>c</sup>	11.12±0.30 <sup>q</sup>
12	12.20±0.06 <sup>f</sup>	11.19±0.01 <sup>d</sup>	13.38±0.05 <sup>h</sup>	12.25±0.98 <sup>r</sup>
16	13.51±0.04 <sup>i</sup>	15.39±0.03 <sup>o</sup>	12.66±0.00 <sup>s</sup>	13.85±1.25 <sup>s</sup>
Rerata	13.29±1.83 <sup>z</sup>	13.05±2.10 <sup>y</sup>	12.99±1.87 <sup>x</sup>	

### KESIMPULAN

Total pembentuk asam tertinggi terdapat pada yoghurt biji ketapang dengan penambahan starter *Streptococcus thermophilus* dengan lama fermentasi 16 jam. Adapun aktivitas antioksidan yang dihasilkan adalah sebesar 7,47 log CFU/ml. Namun yogurt yang mempunyai aktivitas antioksidan paling tinggi adalah yoghurt dengan jenis starter St-Lb dengan lama fermentasi 12 jam, yaitu sebesar 97,11%. Total fenol tertinggi yaitu sebesar 180,88 mg GAE/100ml pada perlakuan jenis starter St dengan lama waktu fermentasi 2 jam. Total flavonoid tertinggi terdapat pada perlakuan jenis starter St-Lb dengan lama waktu fermentasi 16 jam sebesar 306,44 mg QE/g. Yoghurt biji ketapang dengan penambahan daun seledri berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai pangan fungsional.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Y., R. Kartika, and A. Panggabean. 2015. Pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap kadar laktosa, lemak, pH dan keasaman pada susu sapi yang difermentasi menjadi yoghurt. *Jurnal Kimia Mulawarman* 12(2):97–100.
- Ananbeh, H., S. Voberkova, and V. Kumbar. 2017. Antioxiadant activity of yoghurt supplemented with natural additives. *Mendel Net* 8(9):826–831.
- Anisya, R., L. A. Lestari, and D. Caturini. 2017. Pengaruh pemberian yoghurt ekstrak seledri terhadap perbaikan tekanan darah sistolik pada tikus sprague dawley yang diberi pakan tinggi lemak teroksidasi. Universitas Gadjah Mada.
- Azizkhani, M., and F. Tooryan. 2016. Antimicrobial activities of probiotic yogurts flavored with peppermint, basil, and zataria against *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Quality and Hazards Control* 3(3):79–86.
- Cho, W. Y., D. H. Kim, H. J. Lee, S. J. Yeon, and C. H. Lee. 2020. Quality characteristic and antioxidant activity of yogurt containing olive leaf hot water extract. *CYTA - Journal of Food* 18(1):43–50.
- Dalimartha, S. 2000. *Atlas tumbuhan obat Indonesia jilid 2*. Trubus Agriwidya, Jakarta.
- Delima, D. D. 2013. Pengaruh substitusi tepung biji ketapang (*Terminalia Cattapa L*) terhadap kualitas cookies. *Food Science and Culinary Education Journal* 2(2):9–15.
- Dewi, A. P., T. Setyawardani, and J. Sumarmono. 2019. Pengaruh penambahan bunga telang (*Clitoria ternatea*) terhadap sineresis dan tingkat kesukaan yogurt susu kambing. *Journal of Animal Science and Technology* 1(2):145–151.
- Dhahana, K. A. P., K. A. Nocianitri, and A. S. Duniaji. 2021. Pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik soyghurt drink dengan penambahan *Lactobacillus rhamnosus* skg 34. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)* 10(4):646–656.
- Dwinanda, A., N. Afriani, and H. Hardisman. 2019. Pengaruh Jus Seledri (*Apium graveolens L.*) terhadap Gambaran Mikroskopis Hepar Tikus (*Rattus norvegicus*) yang Diinduksi Diet Hiperkolesterol. *Jurnal Kesehatan Andalas* 8(1):68.
- Emad, A., D. Rasheed, R. El-kased, and D. El-kersh. 2022. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of polyphenol-enriched extract of Egyptian

- celery (*Apium graveolens* L., Apiaceae) Aerial parts via UPLC/ESI/TOF-MS. *Molecules* 27:1–19.
- Gjorgievski, N., J. Tomovska, G. Dimitrovska, B. Makarijoski, and M. A. Shariati. 2013. Determination of The Antioxidant Activity in Yogurt. *Journal of Hygienic Engineering and Design* 8(December 2015):88–91.
- Gupta, A., B. Mann, R. Kumar, and R. B. Sangwan. 2009. Antioxidant activity of cheddar cheeses at different stages of ripening. *International Journal of Dairy Technology* 62(3):339–347.
- Hadjimbei, E., G. Botsaris, and S. Chrysostomou. 2022. Beneficial effects of yoghurt and probiotic fermented milks and their functional food potential. *Foods* 11:1–15.
- Kolarovic, J., M. Popovic, M. Mikov, R. Mitic, and L. Gvozdenovic. 2009. Protective effects of celery juice in treatments with doxorubicin. *Molecules* 14(4):1627–1638.
- Korhonen, H. 2009. Milk-derived bioactive peptides: From science to applications. *Journal of Functional Foods* 1(2):177–187.
- Kudoh, Y., S. Matsuda, I. Igoshi, and T. Oki. 2001. Antioxidative peptide from milk fermented with *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* IFO13953. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* 48(1):44–50.
- Lianah, W., N. Ayuwardani, and Y. Hariningsih. 2021. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol seledri (*Apium graveolens* L) terhadap pertumbuhan bakteri *Actinomyces* sp. dan *Lactobacillus acidophilus*. *Duta Pharma Journal* 1(1):32–39.
- Mardian, A. 2019. Pengaruh Penambahan Sari Daun Seledri (*Apium graveolens* L.) Terhadap Mutu Organoleptik Yoghurt:63.
- Maulidya, A. 2007. Kajian pembuatan yoghurt susu jagung sebagai minuman probiotik dengan menggunakan campuran kultur *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* dan *Lactobacillus casei* subsp *rhamnosus*. IPB Bogor.
- Mukhriani, R. Sugiarna, N. Farhan, M. Rusdi, and I. M. Arsul. 2019. Kadar fenolik dan flavonoid total ekstrak etanol daun anggur (*Vitis vinifera* L). *ad-Dawaa' Journal of Pharmaceutical Sciences* 2(2):95–102.
- Nurhayati, Nelwida, dan B. 2014. Perubahan kandungan protein dan serat kasar kulit nanas yang difermentasi dengan plain yoghurt. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan* 17(1):31–38.
- Nyanzi, R., P. J. Jooste, and E. M. Buys. 2021. Invited review: Probiotic yogurt quality criteria, regulatory framework, clinical evidence, and analytical aspects. *Journal of Dairy Science* 104(1):1–19.
- Pratiwi, H. 2015. Analisis total fenol dan aktivitas antioksidan yoghurt ganyong (*Canna edulis*) sinbiotik dengan substitusi kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L). *Journal of Nutrition College* 5(1).
- Setioningsih, E. T. I., R. Setyaningsih, and A. R. I. Susilowati. 2004. Pembuatan minuman probiotik dari susu kedelai dengan inokulum *Lactobacillus casei* , *Lactobacillus plantarum*, dan *Lactobacillus acidophilus* 1(1):1–6.
- Simanihuruk, A. V. M., L. M. Lubis, and H. Sinaga. 2019. Pengaruh presentase penambahan kuning telur dan starter terhadap karakteristik fisiko kimia frozen yoghurt ubi jalar ungu. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian* 7(4):233–240.
- Srivastava Scholar Warner, P., S. Prasad Associate professor, M. Nayeem Ali Scholar Warner, M. Prasad Scholar Warner, P. Srivastava, S. Prasad, M. Nayeem Ali, and M. Prasad. 2015. Analysis of antioxidant activity of herbal yoghurt prepared from different milk. *The Pharma Innovation Journal TPI* 18(43):18–20.
- Stankovic, M. S., N. Niciforovic, M. Topuzovic, and S. Solujic. 2011. Total phenolic content, flavonoid concentrations and antioxidant activity, of the whole plant and plant parts extracts from *Teucrium montanum* L. var. *montanum*, f. *supinum* (L.) *reichenb. Biotechnology and Biotechnological Equipment* 25(1):2222–2227.
- Sudarmaji, S., B. Haryono, and Suhardi. 1997. *Prosedur analisis untuk bahan makanan dan pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Suhartatik, N., Y. A. Widanti, W. N. Lestari, and Y. W. Wulandari. 2019. Yoghurt susu biji ketapang (*Terminalia catappa* L) dengan variasi jenis starter dan lama fermentasi. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* 11(2):77–84.
- Suharyanto, and N. D. N. Sari. 2020. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar flavonoid



- total pada ekstrak tape biji nangka (*Artocarpus heterophylla* Lamk.). *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada*:53–61.
- Sumarni, S., M. Z. Muzakkar, and Tamrin. 2017. Pengaruh penambahan CMC terhadap karakteristik organoleptik, nilai gizi dan sifat fisik susu ketapang. *J. Sains dan Teknologi Pangan* 2(3):604–614.
- Venkatalakshmi, P., V. Vadivel, and P. Brindha. 2016. Phytopharmacological Significance of *Terminalis catappa* L.: An Updated Review. *International Journal Research Ayurveda Pharmacology* 7(Suppl 2):130–137.
- Yen, G., and H. Chen. 1995. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity 43(1):27–32.