

# FERMENTASI BAKTERI-ASAM-LAKTAT MENINGKATKAN KANDUNGAN FENOLIK DAN SERAT YOGURT SUSU KECAMBAH KACANG MERAH (*Phaseolus vulgaris* L.), MINUMAN FUNGSIONAL UNTUK OBESITAS

*Fermentation Of Lactic Acid Bacteria Improving Phenolic and Fiber Content  
Of Red Kidney Bean Sprouts Milk (Phaseolus Vulgaris L.) Yogurt,  
A Functional Drinks For Obesity*

Oleh :

Hery Winarsi<sup>1\*)</sup>, Aisyah Tri Septiana<sup>2</sup>, Kartini<sup>1</sup>, Iva Nurul Hanifah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan, Universitas Jenderal Soedirman; <sup>2</sup>Jurusan  
Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman.

\*)Alamat korespondensi: winarsi12@gmail.com

## ABSTRACT

*This study aims to determine the effect of levels of lactic acid bacteria (LAB) and fermentation time on total phenol and fiber contents in red kidney bean sprouts milk yogurt. Red kidney beans were germinated for 30 hours, blended into milk, then fermented into yogurt using LAB 1 and 2%, and fermentation time was 12 and 24 hours. Fiber content increased by LAB level and fermentation time ( $P < 0.05$ ), while total phenol content was only influenced by fermentation time ( $P < 0.05$ ). The best yogurt made from milk of red kidney bean sprouts with 2% of LAB and 24-hour fermentation, containing phenolic antioxidants of 993.08 ppm and fiber 6.29%. The red kidney bean sprouts milk yogurt was rich in phenolic antioxidants and fiber, can be used as a functional drink for obese. As a distraction, 122-153 ml per day of red kidney bean sprouts milk yogurt was selected can be consumed, with a total phenol content of 121.22-152 mg and fiber 7.76-9.62 g.*

**Keywords:** red kidney bean sprouts milk yogurt, phenolic, fiber, obesity.

## ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh kadar BAL dan lama fermentasi terhadap kadar total fenol dan serat dalam yogurt susu kecambah kacang merah (Yosukamera). Kacang merah dikecambahkan 30 jam, diblender menjadi susu, kemudian difermentasi menjadi yogurt menggunakan BAL 1 dan 2%, serta lama fermentasi 12 dan 24 jam. Kadar serat meningkat oleh kadar BAL dan lama fermentasi ( $P < 0,05$ ), sedangkan kadar total fenol hanya dipengaruhi lama fermentasi ( $P < 0,05$ ). Yosukamera terbaik adalah yogurt yang dibuat dari susu kecambah kacang merah dengan kadar BAL 2% dan lama fermentasi 24 jam, mengandung antioksidan fenolik sebesar 993,08 ppm dan serat 6,29%. Yosukamera kaya antioksidan fenolik dan serat, dapat dimanfaatkan sebagai minuman fungsional bagi penderita obesitas. Sebagai selingan, yosukamera dapat dikonsumsi sebanyak 122-153 ml per harinya, dengan kandungan total fenol sebesar 121,22-152 mg dan serat 7,76-9,62 g.

**Kata kunci:** yogurt susu kecambah kacang merah, fenolic, serat, obesitas.

## PENDAHULUAN

Obesitas ditandai dengan peningkatan berat badan yang menyebabkan akumulasi lemak yang berlebihan (Nuttall, 2015), bahkan telah diakui sebagai faktor utama dalam patogenesis beberapa penyakit (Schwartz *et al.*, 2017). Baru-baru ini, telah ditemukan obesitas terkait erat dengan inflamasi kronis tingkat rendah, yang terjadi secara sistemik dalam jaringan adiposa. Kondisi ini dipengaruhi oleh sistem imun bawaan dalam jaringan adiposa yang teraktivasi, sehingga mempromosikan status pro-inflamasi dan stres oksidatif. Perkembangan obesitas umumnya mengarah pada berbagai penyakit kronis, seperti sindrom metabolik, diabetes mellitus, penyakit liver dan kardiovaskular, serta kanker yang semuanya dipicu oleh stress oksidatif. Telah dihipotesiskan bahwa inflamasi jaringan adiposa pada pasien obesitas berperan penting dalam patogenesis komplikasi yang terkait obesitas (Gómez-Hernández *et al.*, 2016).

Obesitas dan stres oksidatif sangat berkaitan, demikian pula dengan proses pro-inflamasi (Fernández-Sánchez *et al.*, 2011). Setelah teraktivasi, banyak sel imun menghasilkan radikal bebas, kemudian dengan cara yang sama terjadi sintesis ROS sehingga meningkatkan

status inflamasi. Karena itu sangat beralasan bahwa penderita obesitas memerlukan asupan kaya antioksidan fenolik dan serat, seperti dalam kacang merah (Winarsi *et al.*, 2018). Kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) mengandung antioksidan fenolik yang lebih tinggi dibandingkan kacang hijau dan juga kacang kedelai (Dueñas *et al.*, 2009). Fenolik adalah senyawa bioaktif, yang kadarnya meningkat selama masa perkecambahan (Winarsi *et al.*, 2010). Bahri *et al.* (2012) menambahkan bahwa proses perkecambahan mengaktifkan enzim-enzim hidrolase, sehingga kadar asam amino, asam lemak, dan glukosa kecambah kacang-kacangan meningkat. Senyawa sederhana hasil proses perkecambahan tersebut merupakan nutrisi penting bagi bakteri asam laktat (BAL) (Kim *et al.*, 2009), yaitu jenis bakteri dalam pembuatan yogurt. BAL tersusun atas *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus acidophilus* (Rachman *et al.*, 2015). Kombinasi beberapa BAL menghasilkan produk yogurt dengan citarasa dan aroma yang berbeda dengan yogurt pada umumnya (Sunarlim dan Usmiati, 2010).

Yoghurt adalah salah satu produk pangan fermentasi yang baik dikonsumsi, karena bergizi tinggi (Shi *et al.*, 2017; Zhi

*et al.*, 2018). Daya cerna protein yogurt lebih baik daripada susu, sehingga berefek positif pada kesehatan, bahkan menyediakan prebiotik dan probiotik bagi tubuh manusia. Selain itu, yogurt juga dilaporkan kaya serat. Karena itu yogurt dikenal sebagai produk pangan fungsional dengan berbagai efek menguntungkan. Beberapa peneliti melaporkan bahwa konsumsi yogurt *highfiber* dapat mencegah perkembangan obesitas, diabetes, kanker, hiperkolesterolemia, gangguan pencernaan, dan-lain-lain (Staffolo *et al.*, 2017; Sah *et al.*, 2016; Tomic *et al.*, 2017).

Kandungan antioksidan yogurt sangat terkait dengan penggunaan BAL dan fermentasinya. Semakin tinggi kadar BAL dalam fermentasi yogurt kacang merah, dan semakin panjang lama fermentasinya, menghasilkan total fenolik yang semakin tinggi, demikian pula aktivitas antioksidannya (Sandi, 2015). Konsentrasi BAL dengan level 1% pada lama fermentasi 24 jam menghasilkan yogurt dengan tingkat keasaman paling tinggi (Siregar *et al.*, 2014). Penggunaan starter BAL 2 - 6% dikategorikan ke dalam minuman probiotik. Hal ini berdasarkan dari jumlah bakteri total yang sesuai dengan standar minuman probiotik, yaitu lebih dari  $10^7$  cfu/g (Codex Alimentarius Comitee 2003). Menurut

Kartikasari (2014), lama fermentasi 12 jam menghasilkan yogurt dengan karakteristik fisik dan kimia terbaik, sedangkan Polyorach *et al.* (2016) menyatakan bahwa aktivitas BAL optimum terjadi pada fermentasi 24 jam. Kenyataannya, hingga kini belum ada data yang mengungkap efek lama fermentasi dan kadar BAL terhadap kadar total fenol dan serat dalam yogurt kecambah kacang merah (Yosukamera). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui efek lama fermentasi dan kadar BAL terhadap kadar total fenol dan serat yogurt susu kecambah kacang merah.

## **METODE**

### **1. Pembuatan Yogurt Susu Kecambah Kacang Merah (Rahmawati dan Kusnadi, 2017; Winarsi *et al.*, 2018).**

Kacang merah yang telah dikecambahkan selama 30 jam, kemudian diblender hingga diperoleh cairan halus disebut susu kecambah kacang merah. Kedalamnya ditambahkan sukrosa 10% dan susu skim 10%, lalu dipasteurisasi pada suhu 70°C selama 10 menit. Didinginkan sampai suhu 45°C, kemudian diinokulasi dengan starter BAL sebanyak 1% dan 2% dari volume total susu kecambah kacang merah, dan diinkubasikan pada suhu ruang yaitu 27-35°C selama 12 dan 24 jam.

## 2. Analisis Total Fenolik menggunakan metode Folin-Ciocalteu

Uji total fenolik secara kalorimetri dengan spektrofotometri visible menggunakan reagen Folin-Ciocalteu. Prinsip metode ini adalah terbentuknya senyawa kompleks yang menghasilkan warna biru (Alfian dan Hari, 2012). Spektrofotometri visibel merupakan metode yang sederhana untuk penentuan kadar dengan cara pengukuran serapan yang terjadi dari interaksi kimia antara radiasi elektromagnetik dengan molekul atau atom dari suatu zat kimia pada daerah visibel. Panjang gelombang sinar tampak pada rentang 400-800. Prinsip spektrofotometri adalah apabila ada cahaya monokromatik yang melewati suatu larutan maka sebagian sinar masuk akan dipantulkan, sebagian diserap dan sebagian lagi diteruskan. Cahaya yang diserap dikonversikan menjadi spektrum yang merupakan fungsi panjang gelombang dan nilai absorbansi.

## 3. Analisis Kadar Serat (metode AOAC, 1999)

Disiapkan kertas saring dan diukur sampel sebanyak 5 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Ditambahkan  $H_2SO_4$  hingga 150 ml, kemudian erlenmeyer ditutup menggunakan alumunium foil dan dididihkan menggunakan pemanas listrik sampai suhu internal mencapai 95-100°C

serta didinginkan pada suhu ruang. Disaring dengan menggunakan kertas saring, kemudian residu yang didapat dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditutup kembali.

Residu yang telah dimasukkan ke dalam erlenmeyer lalu ditambahkan NaOH 0,255 N hingga 150 ml dan ditutup menggunakan *alumunium foil* dan dididihkan dengan pemanas listrik sampai suhu internalnya 95-100°C, lalu didinginkan pada suhu ruang. Disaring dengan menggunakan kertas saring yang sudah ditimbang sebelumnya. Kertas saring disiram menggunakan alkohol 95% sebanyak 20 ml, setelah itu disiram lagi menggunakan air panas sebanyak 20 ml. Kertas saring dimasukkan dalam cawan petri dan dipanaskan dalam oven selama 12 jam. Setelah itu bobot kertas saring ditimbang dan dihitung berat residunya, dengan cara berat kertas saring akhir dikurangi berat kertas saring awal, maka didapatkan jumlah serat yogurt susu kecambah kacang merah. Jumlah serat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar serat (\%)} = \frac{\text{berat residu (gr)}}{\text{berat sampel (gr)}} \times 100\%$$

## Analisis Data

Data dianalisis menggunakan ANOVA, dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5% bila terdapat signifikansi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

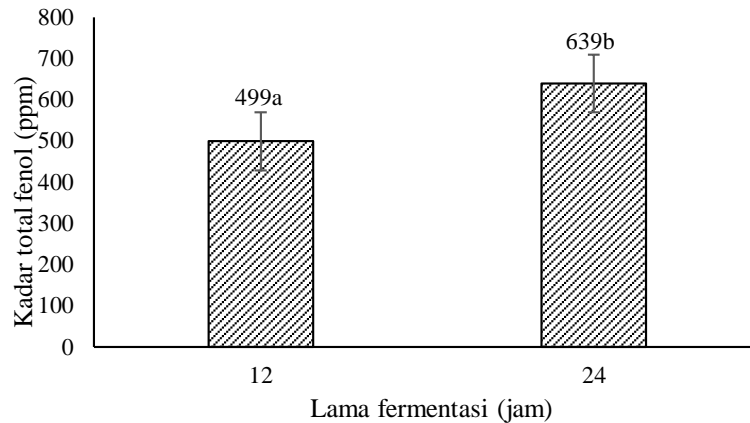
### a. Kadar total fenol Yosukamera

Dalam penelitian ini kadar BAL tidak berpengaruh nyata terhadap kadar total fenolik yogurt susu kecambah kacang merah ( $p > 0,05$ ). Kadar total fenolik yosukamera dengan kadar BAL 1% sebesar 540 ppm dan dengan kadar BAL 2% sebesar 597 ppm. Meskipun demikian, semakin tinggi kadar BAL cenderung menghasilkan total fenolik yang semakin tinggi. Kemungkinan, selama proses fermentasi, BAL menghasilkan senyawa fenolik. Sandi (2015) menambahkan bahwa banyaknya starter BAL meningkatkan kadar total fenolik. Pengaruh BAL terhadap total fenolik yogurt kacang merah terjadi pada pemberian BAL dengan kadar 5%, 10% dan 15%. Dalam penelitian ini kadar BAL yang digunakan 1% dan 2%, kemungkinan kadar tersebut terlalu kecilnya sehingga menyebabkan tidak adanya pengaruh. Hal ini mungkin terkait dengan rendahnya hasil hidrolisis senyawa sederhana termasuk fenolik oleh BAL.

Menurut Celep *et al.* (2014), senyawa fenolik dapat dihasilkan oleh BAL melalui metabolit sekunder. Primurdia dan Kusnadi (2014)

meyakinkan bahwa BAL melakukan metabolisme yang dapat menghasilkan metabolit sekunder yaitu senyawa fenolik dengan cara mendegradasi asam ferulat dan asam sinamat menjadi 4-vinyl phenol dan 4-vinyl guaiacol. Asam sinamat merupakan salah satu jenis asam fenolik, karena itu semakin banyak jumlah BAL dapat meningkatkan kandungan fenolik dalam yosukamera.

Lama fermentasi dalam penelitian ini berpengaruh sangat nyata terhadap total fenolik yogurt susu kecambah kacang merah ( $p < 0,05$ ). Gambar 1 menunjukkan bahwa total fenolik tertinggi yogurt susu kecambah kacang merah diperoleh pada lama fermentasi 24 jam, yaitu 639 ppm. Proses fermentasi dapat meningkatkan aktivitas biologis dalam kecambah kacang merah, karena enzim mikrobial didalamnya menjadikan kandungan fenolik lebih aktif (Worku dan Sahu, 2017). Limon *et al.* (2015) berpendapat selama proses fermentasi, BAL menghasilkan enzim  $\beta$ -glukosidase, suatu enzim yang menghidrolisis glukosida fenolik pada kecambah kacang merah, dan menghasilkan senyawa aglikon yang disebut senyawa fenolik, sehingga konsentrasinya meningkat.



Gambar 1. Kadar total fenol yogurt susu kecambah kacang merah berdasarkan lama fermentasi.

Towaha *et al.* (2012) dan Suhartatik *et al.* (2009) mengungkapkan bahwa semakin lama proses fermentasi, pH semakin menurun karena terbentuk asam-asam organik seperti asam laktat dan asam asetat. Asam-asam organik terlarut melepaskan proton ( $H^+$ ) sehingga menurunkan pH. Yosukamera dengan fermentasi 12 jam memiliki pH 4,27, kemudian menurun menjadi 3,92 pada fermentasi 24 jam. Menurut Indah dan Susanto (2005), asam laktat, asam asetat, asam sitrat, asam suksinat, asam malat, asetaldehid, diasetil, dan asetoin merupakan senyawa-senyawa yang dapat meningkatkan antioksidan dan menstabilkannya selama fermentasi, dengan cara bersinergis dalam meregenerasi senyawa antioksidan.

Selain itu, kulit kecambah kacang merah yang tidak dikupas menjadikan kadar fenolik meningkat karena senyawa tersebut banyak ditemukan pada bagian

kulit (Christman *et al.*, 2018). Sebagai perbandingan, kadar total fenolik susu kecambah kacang merah (tanpa kulit) dengan perkecambahan 0 jam dan 10 jam, berturut-turut sebesar 337 dan 418 ppm, sedangkan susu kecambah kacang merah yang berkulit dan yang dikecambahkan selama 0 jam, 10 jam, 20 jam, 30 jam, kadarnya 452, 475, 497, dan 565 ppm. Temuan yang sama dengan hasil penelitian Winarsi *et al.* (2010) bahwa perkecambahan kacang kedelai juga dapat meningkatkan kadar fenolik kacang kedelai.

Kadar total fenolik yogurt susu kecambah kacang merah tertinggi sebesar 639 ppm, sedangkan menurut Sandi (2015) kadarnya dalam yogurt susu kacang merah (tanpa dikecambahkan) hanya 205 mg/mL. Dengan demikian kadar antioksidan yosukamera tiga kali kadarnya dalam yogurt susu kacang merah, sehingga

dapat diyakini bahwa perkecambahan juga berkontribusi dalam meningkatkan total fenolik.

Perkecambahan merupakan salah satu fermentasi spontan. Dalam fermentasi spontan tidak ditambahkan mikroorganisme dalam prosesnya, sebaliknya dalam fermentasi tidak spontan ditambahkan starter (Suprihatin, 2010). Menurut Yes'se (2014) proses fermentasi spontan maupun tidak spontan dapat meningkatkan kadar fenolik biji kakao. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa biji yang tidak difermentasi kandungan total fenolnya lebih rendah dibandingkan yang difermentasi. Dalam penelitian ini yogurt susu kecambah kacang merah dibuat melalui fermentasi tidak spontan, karena dilakukan dengan variasi kadar BAL dan lama fermentasi, sehingga logis bila kadar fenoliknya meningkat nyata.

Lebih dari itu, enzim mikrobial selama fermentasi mengaktifkan fenolik yosukamera (Alberto *et al.*, 2006). Limon *et al.* (2015) juga berpendapat bahwa selama proses fermentasi BAL mampu menghasilkan enzim  $\beta$ -glukosidase, suatu enzim penghidrolisis glukosida fenolik kecambah kacang merah dan menghasilkan senyawa fenolik aglikon, sehingga konsentrasinya

meningkat. Temuan yang sama terjadi dalam penelitian Towaha *et al.* (2012) yang telah memfermentasi biji kakao, kandungan senyawa antioksidannya juga meningkat.

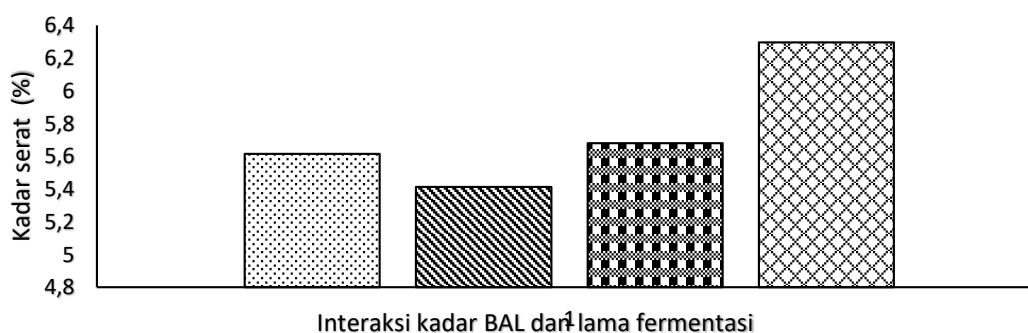
Dalam penelitian ini, kulit kecambah kacang merah tidak dihilangkan, karena dilaporkan Christman *et al.* (2018) bahwa senyawa fenolik banyak ditemukan pada bagian kulit. Berikut sebagai perbandingan, bahwa total fenol susu kacang merah yang dikecambahkan 0 jam dan 10 jam (tanpa kulit) sebesar 337 ppm dan 418 ppm, lebih rendah bila dibandingkan dengan susu kecambah kacang merah berkulit yaitu 452 ppm dan 475 ppm (Winarsi *et al.*, 2018). Fermentasi BAL juga dapat meningkatkan kadar fenolik yogurt susu kecambah kacang merah, karena bakteri tersebut menghasilkan metabolit sekunder (senyawa fenolik) (Primurdia dan Kusnadi, 2014). Dengan demikian, peningkatan kadar total fenol tidak hanya karena peran BAL, tetapi juga terkait proses perkecambahan kacang merah.

#### **b. Kadar serat Yosukamera**

Dalam penelitian ini kadar BAL berpengaruh nyata terhadap kadar serat yogurt susu kecambah kacang merah ( $P < 0,05$ ) (Gambar 2), dan kadar tertinggi

(6,29%) terdapat pada Yosukamera dengan kadar BAL 2% dan lama fermentasi 24 jam. Seperti dilaporkan Zubaidah *et al.* (2010), pertumbuhan BAL meningkatkan proses metabolisme, demikian pula biomasa yang terbentuk. Peningkatan jumlah biomasa

menjadikan kadar serat dalam yogurt meningkat. Majesty (2015) menambahkan bahwa peningkatan bobot serat terkait dengan aktivitas BAL dalam membentuk selulosa yang lebih banyak dan saling terikat satu dengan lainnya dalam bentuk serat.



**Gambar 2. Kandungan serat yogurt susu kecambah kacang merah berdasarkan kadar BAL dan lama fermentasi.**

A, Bal 1% dan 12 jam fermentasi  
 B, BAL 1% dan 24 jam fermentasi  
 C, BAL 2% dan 12 jam fermentasi  
 D, BAL 2% dan 24 jam fermentasi

Dalam penelitian ini lama fermentasi juga berpengaruh pada kadar serat yogurt susu kecambah kacang merah ( $P < 0,05$ ). Hal ini diduga karena BAL dapat merombak gula menjadi selulosa selama fermentasi berlangsung. Krabi *et al.* (2015) menyatakan bahwa semakin panjang waktu fermentasi, semakin besar kemampuan BAL menghasilkan jalinan serabut selulosa yang menjadi bagian serat.

Interaksi BAL dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar serat yogurt susu kecambah kacang

merah ( $P < 0,019$ ), dengan kadar serat tertinggi (6,29%) terdapat dalam yogurt dengan kadar BAL 2% dan fermentasi 24 jam. BAL mengalami pertumbuhan dan berkembang menjadi lebih banyak, sehingga bakteri penyusun BAL seperti *L. Bulgaricus*, *L. Acidophilus* dan *S. Thermophilus* dapat menghasilkan selulosa lebih banyak. Aminah (2010) menambahkan bahwa makin tinggi kadar BAL dan lamanya fermentasi, maka makin tinggi kadar serat yang terkandung dalam produk yogurt. Semakin panjang lama fermentasi, semakin banyak waktu



yang tersedia bagi BAL untuk memproduksi selubung polisakarida yang pada akhirnya mengakumulasi serat lebih banyak (Ningsih, 2012).

Lebih dari itu, kulit kecambah kacang merah yang tidak dikupas juga memungkinkan menambah kandungan serat yogurt (Lusiyatiningsih, 2014). Bila dibandingkan dengan hasil penelitian Yasinta (2015), kadar serat yogurt kacang merah (yang tidak dikecambahkan) sebesar 0,24%, maka serat yosukamera sebanyak 26,21 kali lebih tinggi kadarnya. Karena itu perkecambahan turut berkontribusi dalam tingginya kadar serat yogurt susu kecambah kacang merah.

Untuk mengetahui formula Yosukamera terbaik ditentukan menggunakan metode uji indeks efektivitas (DeGarmo *et al.*, 1994), didasarkan pada kandungan total fenolik dan serat yogurt. Bobot setiap aspek adalah 1 untuk total fenolik, dan 0,9 untuk serat. Dengan metode ini diperoleh nilai produk tertinggi sebesar 0,7245 terdapat pada yogurt dengan kadar BAL 2% dengan lama fermentasi 24 jam.

Secara umum kadar BAL dan lama fermentasi berpengaruh pada terpilihnya formula yosukamera. Yogurt susu kecambah kacang merah terpilih (terbaik) mengandung fenolik sebesar 993,08 ppm dan serat 6,29%. Beberapa peneliti

melaporkan bahwa antioksidan fenolik bermanfaat bagi obesitas. Lee *et al.* (2016) menjelaskan bahwa senyawa fenolik mampu menekan sel-sel adiposa berdiferensiasi dan berproliferasi, menghambat penyerapan lemak dari usus, dan menekan kerja enzim katekolo-metil transferase, suatu enzim yang berperan dalam oksidasi asam lemak dalam jaringan adiposa coklat. Dalam kondisi obes sel adiposa menghasilkan molekul biologis aktif, termasuk TNF- $\alpha$  (Khan dan Joseph, 2014), kemudian memacu resistensi insulin (Tousoulis *et al.*, 2016). Dalam kondisi obes, jaringan adiposa dan makrofag yang infiltrasi kedalamnya melepaskan sitokin inflamasi, kemudian mengakumulasi lemak dan kolesterol didalamnya. Sel adiposa mempertahankan keseimbangan energi dengan melepaskan IL-6 dan memacu pembentukan CRP (Winarsi *et al.*, 2016; Ellulu *et al.*, 2017). Dengan demikian penderita obesitas mengalami inflamasi.

Kandungan serat yang tinggi (6,29%) memiliki sifat mengikat air, sehingga membuat molekul makanan bersifat *bulky* dan memenuhi lumen usus, sehingga orang merasa kenyang, dan tidak ingin segera makan. Bila konsumsi yosukamera dilakukan rutin setiap hari, maka asupan serat juga tinggi,

kemungkinan besar berat badannya menurun.

Berdasarkan AKG, kebutuhan serat harian wanita sehat usia > 18 tahun sebanyak 32 g/hari. Bila dikonsumsi sebagai selingan, cukup 10% atau 3,2 g/hari. Karena itu untuk mencukupi kebutuhan gizi serat per harinya perlu mengkonsumsi yosukamera sebanyak  $3,2/6,29 \times 100 \text{ ml} = 50,87 \text{ ml}$ . Bila selingan dilakukan dua kali (pagi dan sore), maka perlu mengkonsumsi yosukamera  $2 \times 50,87 \text{ ml} = 101,74 \text{ ml}$  atau 102 ml. Porsi sekian ini dapat bermanfaat bagi individu yang ingin hidup sehat. Bagi penderita obesitas disarankan mengkonsumsinya sebanyak 120-150% dari kebutuhan serat untuk orang dewasa sehat, yaitu antara 122-153 ml yosukamera per harinya, sebagai selingan. Dalam porsi tersebut mengandung total fenol sebesar 121,22-152 ppm dan serat 7,76-9,62 g/hari.

## KESIMPULAN

Yosukamera terbaik adalah yogurt yang dibuat dari susu kecambah kacang merah, dengan kadar BAL 2% dan lama fermentasi 24 jam. Yogurt terpilih ini mengandung antioksidan fenolik sebesar 993,08 ppm dan serat 6,29%. Yosukamera ini kaya antioksidan fenolik dan serat, sehingga memungkinkan sebagai minuman fungsional bagi penderita

obesitas. Sebagai selingan, penderita obesitas dapat mengkonsumsi antara 122-153 ml yosukamera per harinya, untuk mendapatkan asupan total fenol sebesar 121,22-152 mg dan serat 7,76-9,62 g.

## Ucapan terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Berbasis Kompetensi dengan nomor kontrak P/1782/UN23/14/PN/2019 tanggal 12 Maret 2019.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aminah S. 2010. Potensi campuran kecambah beras coklat dan kecambah kedelai sebagai minuman fungsional tinggi serat dan protein. *Jurnal Pangan dan Gizi* 1(2): 30-31.
- Association of Analytical Chemists (AOAC) International. 1999. *Official Method 985.29*, AOAC, USA.
- Bahri S, Mirzan M, dan Hasan M. 2012, Karakterisasi enzim amilase dari kecambah biji jagung ketan (*Zea mays ceratina L.*). *Jurnal Natural Science* 1(1): 132-143.
- Celep GS, Rastmanesh R, and Marotta F. 2014. Chapter 43—*Microbial metabolism of polyphenols and health*. In: Watson R.R., Preedy V.R., Zibadi S., editors. *Polyphenols in Human Health and Disease*. Academic Press; San Diego, CA, USA: 2014. pp. 577–589.
- Christman LM, Dean LL, Bueno Almeida C, and Weissburg JR. 2018. Acceptability of peanut skins as a natural antioxidant in flavored coated peanuts. *Journal of Food Science* 83(10): 2571-2577.
- DeGarmo EP, Sullivan WG, and Candra CR. 1984. *Engineering Economy, 7th edition*, Mc. Millan Publ., Co, Newyork.

- Dueñas M, González-Manzano S, González-Paramás A, Santos-Buelga C. 2009. Antioxidant evaluation of o-methylated metabolites of catechins, epicatechin, and quersetin. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 51(2): 443-9.
- Ellulu MS, Patimah I, Khaza'ai H, Rahmat A, and Abed Y. 2016. Obesity and inflammation: the linking mechanism and the complications. *Archives of medical science* 13(4): 851-863.
- Fernández-Sánchez A, Madrigal-Santillán E, Bautista M, Esquivel-Soto J, Morales-González A, Esquivel-Chirino C, Durante-Montiel I, Sánchez-Rivera G, Valadez-Vega C, and Morales-González JA. 2011. Inflammation, oxidative stress, and obesity. *International Journal of Molecular Sciences* 12(5): 3117-3132.
- Gómez-Hernández A, Beneit N, Díaz-Castroverde S, and Escribano O. 2016. Differential role of adipose tissues in obesity and related metabolic and vascular complications. *International Journal of Endocrinology* 1216783. 15p.
- Kartikasari DI, dan Fithri CN. 2014. Pengaruh penambahan sari buah sirsak dan lama fermentasi terhadap karakteristik fisik dan kimia yoghurt. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(4): 239-248.
- Khan M, and Joseph F. 2014. Adipose tissue and adipokines: the association with and application of adipokines in obesity. *Scientifica* (Cairo). Article ID 328592, 7 p.
- Kim JH, Shoemaker SP, and Mills DA. 2009. Relaxed control of sugar utilization in *Lactobacillus brevis*. *Microbiology* 155(4): 1351-1359.
- Krabi RE, Assamoi AA, Ehon FA, and Niamke SL. 2015. Screening of lactic acid bacteria as potential starter for the production of attieke, a fermented cassava food. *Journal of Food Engineering* 14(1): 21-29.
- Lee J, Kim A-R, and Lee J-J. 2016. Ramie leaf extracts suppresses adipogenic differentiation in 3T3-L1 cells and pig preadipocytes. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 29(9): 1338-1344.
- Limon RI, Penas E, Torino MI, Martinez-Villaluenga C, Duenas M, and Frias J. 2015. Fermentation enhances the content of bioactive compounds in kidney bean extracts, *Food Chemistry* 172 (1): 343-352.
- Majesty J, Argo BD, dan Nugroho WA. 2015. Pengaruh penambahan sukrosa dan lama fermentasi terhadap kadar serat nata dari sari nanas (Nata de Pina). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem* 3(1): 80-85.
- Ningsih ER. 2012. *Uji Kinerja Digester pada Proses Pulping Kulit Jagung dengan Variabel Suhu dan Waktu Pemasakan*. Universitas Diponegoro Press, Semarang.
- Nuttall FQ. 2015. Body Mass Index: Obesity, BMI, and health a critical review. *Nutrition Today* 50(3): 117-128.
- Polyorach S, Pongchompu O, Wanapat M, Kang S, and Cherdthong A. 2016. Optimal cultivation time for yeast and lactic acid bacteria in fermented milk and effects of fermented soybean meal on rumen degradability using nylon bag technique. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 29(9): 1273-1279.
- Primurdia EG dan Kusnadi J. 2014. Aktivitas antioksidan minuman probiotik sari kurma (*Phoenix Dactylifera L.*) dengan isolat *L. Plantarum* dan *L. Casei*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(3): 98-109.
- Rachman SD, Djajasoepeña S, Kamara DS, dan Idar I. 2015. Kualitas yoghurt yang dibuat dengan kultur dua (*Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*) dan tiga bakteri (*Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus acidophilus*). *Chimica et Natura Acta* 3(2): 76-79. DOI: 10.24198/cna.v3.n2.9192
- Rahmawati D dan Kusnadi J. 2017. Penambahan sari buah murbei (*Morus alba L*) dan gelatin terhadap karakteristik fisiko-kimia dan mikrobiologi yogurt susu kedelai. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 5(3): 83-94.
- Sah BNP, Vasiljevic T, McKechnie S, and Donkor ON. 2016. Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology* 65: 978-986.
- Sandi R. 2015. *Pengaruh Rasio Kacang Merah/Air dan Jumlah Starter Terhadap Sifat Fisikokimia dan Fungsional Yoghurt*

- Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.). Institut Pertanian Bogor.
- Schwartz MW, Seeley RJ, Zeltser LM, Drewnowski A, Redman LM, and Leibel LR. 2017. Obesity pathogenesis: an endocrine society scientific statement. *Endocrine Reviews* 38(4): 267-296.
- Shi J, Han Y-P, and Zhao X-H. 2017. Quality attributes of set-style skimmed yoghurt affected by the addition of a cross-linked bovine gelatin. *CyTA - Journal of Food* 15(2): 320-325.
- Siregar MNH, Lilik ER, dan Djalal R. 2014. Pengaruh Penambahan Berbagai Konsentrasi Kultur dan Lama Pemeraman Pada Suhu Ruang Terhadap PH, Viskositas, Kadar Keasaman dan Total Plate Count (TPC) Set Yogurt. Universitas Brawijaya, Malang.
- Staffolo MD, Sato MA, and Cunha R. 2017. Utilization of plant dietary fibers to reinforce low-calorie dairy dessert structure. *Food and Bioprocess Technology* 10(5): 914-925.
- Suhartatik N, Merkuria K, dan Indrias TP. 2009. Kombucha rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn) dan kemampuannya sebagai antihiperkolesterolemia. *Agritech* 29(1): 29-35.
- Sunarlim R dan Usmiati S. 2010. Kombinasi beberapa bakteri asam laktat terhadap karakteristik yogurt. *Jurnal Penelitian Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian*. Bogor. p326-335.
- Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. Surabaya: UNESA Pres.
- Tomic N, Dojnov B, Miocinovic J, Tomasevic I, Smigic N, Djekic I, and Vujcic. 2017. Enrichment of yoghurt with insoluble dietary fiber from triticale. a sensory perspective. *LWT - Food Science and Technology* 80: 59-66.
- Tousoulis D, Oikonomou E, Economou EK, Crea F, and Kaski JC. 2016. Inflammatory cytokines in atherosclerosis: current therapeutic approaches. *European Heart Journal* 37: 1723-1732.
- Towaha J, Angraini DAE, dan Rubiyo. 2012. Keragaman mutu biji kakao dan produk turunannya pada berbagai tingkat fermentasi: studi kasus di Tabanan, Bali. *Pelita Perkebunan* 28(3): 166-183.
- Winarsi H, Purwanto A, dan Dwiyantri H. 2010. Kandungan protein dan isoflavon pada kedelai dan kecambah kedelai. *Biota* 15(2): 212-218.
- Winarsi H, Sasongko ND, and Purwanto A. 2016. Germinated-soy milk in suppressing inflammation and oxidative stress in blood plasma and breast milk of lactating mothers. *International Food Research Journal* 23(2): 646-652.
- Winarsi H, Wulandari SP, Susilowati SS, dan Amurwanto A. 2018. Susu kecambah kacang merah kaya antioksidan fenolik dan vitamin c berpotensi sebagai anti inflamasi pada tikus yang diinduksi karagenan. *Seminar Nasional Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan VIII Tahun 2018*. Purwokerto 14 - 15 November 2018.
- Worku A, and Sahu O. 2017. Significance of fermentation process on biochemical properties of *Phaseolus vulgaris* (red beans). *Biotechnology Reports* 16: 5-11.
- Yasinta P. 2015. *Mempelajari pengaruh lama fermentasi terhadap pengembangan pangan fungsional yogurt sinbiotik kacang merah dan kacang hijau*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Yes'se. 2014. *Perubahan kandungan tokoferol dan total fenol selama proses fermentasi spontan dan fermentasi menggunakan penambahan bakteri asam laktat (lactobacillus plantarum) pada biji kakao (Theobroma cacao l.)*. Universitas Katolik Soegijapranata.
- Zhi NN, Zong K, Thakur K, Qu J, Shi JJ, Yang JL, and Wei ZJ. 2018. Development of a dynamic prediction model for shelf-life evaluation of yogurt by using physicochemical, microbiological and sensory parameters. *CYTA - Journal of Food* 16(1): 42-49.
- Zubaidah EE, Saparianti, dan Hindrawan J. 2012. Studi aktivitas antioksidan pada bekatul dan susu skim terfermentasi probiotik (*Lactobacillus plantarum* b2 dan *Lactobacillus acidophilus*). *Jurnal Teknologi Pertanian* 1(3): 111-118.