

## Total Lactic Acid Bacteria (LAB) and Antioxidant Activity Of Goat's Milk Yoghurt With The Addition of Red Bran During Refrigeration Storage

### Total Bakteri Asam Laktat (BAL) dan Aktivitas Antioksidan Yoghurt Susu Kambing Dengan Penambahan Bekatul Merah Selama Penyimpanan Refrigerasi

Indah Puspadyah Jangnga<sup>1</sup>, Ajeng Erika Prihastuti Haskito<sup>2\*</sup>, Citra Sari<sup>2</sup>, Sruti Listra Adrenalin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Student of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Universitas Brawijaya, Malang-Indonesia

<sup>2</sup>Laboratory of Veterinary Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, Universitas Brawijaya, Malang-Indonesia

<sup>3</sup>Laboratory of Veterinary Microbiology, Faculty of Veterinary Medicine, Universitas Brawijaya, Malang-Indonesia

#### ABSTRACT

**Background:** Goat milk yogurt is a functional food made from processed food of animal origin with the help of LAB fermentation, which is healthy for the body. The utilization of red rice bran flour as an additional ingredient in making yogurt can increase the level of antioxidant activity and become a food fiber content in yogurt. **Purpose:** This study aims to determine the effect of refrigerated storage temperatures (4°C) of goat milk yogurt with the addition of red rice bran flour on total LAB and antioxidant activity. **Methods:** Using a Complete Random Design with five treatments and four replications. The treatment included 0, 1, 2, 3, and 4 weeks of storage. Each treatment group will be calculated for total LAB using the TPC method and antioxidant activity testing using the DPPH method. The data obtained were analyzed using the One Way ANOVA Test followed by the Duncan Test to determine the effect between treatment groups. **Results:** The results showed that storage time significantly affected ( $p < 0.01$ ) total LAB and antioxidant activity. The results of total LAB successively from 0 to 4 weeks of storage were  $8,0 \times 10^8$  CFU/ml,  $7,8 \times 10^7$  CFU/ml,  $7,6 \times 10^7$  CFU/ml,  $6,4 \times 10^6$  CFU/ml, and  $6,3 \times 10^6$  CFU/ml. The results of antioxidant activity successively from 0 to 4 weeks of storage were 534,29 mg/ml, 443,96 mg/ml, 358,61 mg/ml, 282,32 mg/ml, and 230,88 mg/ml. **Conclusion:** Goat's milk yogurt with the addition of brown rice bran flour is recommended to be consumed for up to 2 weeks of storage.

#### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Yoghurt susu kambing merupakan pangan fungsional dari hasil olahan pangan asal hewan dengan bantuan fermentasi BAL, yang menyehatkan bagi tubuh. Pemanfaatan tepung bekatul beras merah sebagai bahan tambahan pada pembuatan yoghurt dapat menambah tingkatan aktivitas antioksidan dan menjadi ada kandungan serat pangan pada yoghurt. **Tujuan:** Untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan pada suhu refrigerasi (4°C) yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah terhadap total BAL dan aktivitas antioksidan. **Metode:** Menggunakan RAL dengan 5 perlakuan, 4 ulangan. Perlakuan meliputi lama penyimpanan minggu 0, 1, 2, 3 dan 4. Setiap kelompok perlakuan akan dilakukan perhitungan total BAL dengan metode TPC dan pengujian aktivitas antioksidan dengan metode DPPH. Data yang diperoleh dianalisis dengan Uji One Way ANOVA dilanjutkan dengan Uji Duncan Multiple Range Test untuk mengetahui pengaruh diantara kelompok perlakuan. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan lama penyimpanan berpengaruh sangat signifikan ( $p < 0,01$ ) terhadap total BAL dan aktivitas antioksidan. Hasil total BAL berturut-turut dari lama penyimpanan minggu 0 hingga 4 adalah  $8,0 \times 10^8$  CFU/ml,  $7,8 \times 10^7$  CFU/ml,  $7,6 \times 10^7$  CFU/ml,  $6,4 \times 10^6$  CFU/ml, dan  $6,3 \times 10^6$  CFU/ml. Hasil aktivitas antioksidan berturut-turut dari lama penyimpanan minggu 0 hingga 4 adalah 534,29 mg/ml, 443,96 mg/ml, 358,61 mg/ml, 282,32 mg/ml, dan 230,88 mg/ml. **Kesimpulan:** Yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah disarankan lebih baik dikonsumsi hingga lama penyimpanan minggu 2.

#### ARTICLE INFO

**Received:** 16 February 2023

**Revised:** 20 June 2023

**Accepted:** 10 July 2023

**Online:** 30 October 2023

#### \*Correspondence:

Ajeng Erika Prihastuti Haskito  
E-mail: drhajengerika@ub.ac.id

**Keywords:** Antioxidant; Bacteria, Lactic Acid; Red Rice Bran Flour; Shelf Life; Yoghurt

#### Cite This Article:

Salmaa, D., Haskito, A.E.P., Safitri, A., Noviatry, A., Utari, H., and Sari, C. 2023. *Total Lactic Acid Bacteria (LAB) and Antioxidant Activity of Goat's Milk Yoghurt With The Addition of Red Bran During Refrigeration Storage*. Journal of Applied Veterinary Science and Technology. 4(2): 61-66. <https://doi.org/10.20473/javest.v4.i2.2023.61-66>

**Kata kunci:** Antioksidan; Bakteri Asam Laktat; Tepung Bekatul Beras Merah; Umur Simpan; Yoghurt

## PENDAHULUAN

Proses fermentasi susu kambing dapat meningkatkan nilai gizi, aroma, dan rasa pada produk susu kambing, dengan mengolahnya menjadi pangan fungsional berupa yoghurt, yang dibantu oleh bakteri asam laktat (Wylis et al., 2018). Manfaat dari yoghurt adalah dapat memperbaiki kondisi tubuh, menyehatkan pencernaan, dan menurunkan kolesterol. Yoghurt juga memiliki mineral penting, protein, tinggi kalsium, dan beberapa vitamin B (Juniarta et al., 2014). Yoghurt susu kambing dapat dibuat dengan penambahan starter BAL, yaitu *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* (Khoiriyah and Fatchiyah, 2013).

Indonesia memiliki tingkat konsumsi padi mencapai 54,42 juta ton pada Tahun 2021 (Badan Pusat Statistik, 2021). Hasil penggilingan padi tersebut menghasilkan rendemen padi sebanyak 70%, sekam 20%, dan 10% bekatul. Jumlah bekatul tersebut sangat melimpah, namun hanya digunakan sebagai pakan ternak (Rai Widarta and Arnata, 2014). Bekatul memiliki senyawa antioksidan yang belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, yaitu asam fenolik, tokoferol, flavanoid, asam fitat, polifenol, tokotrienol,  $\gamma$ -oryzanol, antosianin, dan proantosianin (Tuarita et al., 2017). Pemanfaatan bekatul menjadi produk dengan nilai gizi yang tinggi dapat dilakukan dengan mengolahnya bersama dengan yoghurt susu kambing (Sajidan et al., 2021).

Menurut (Laksito et al., 2020), pengaruh lama waktu penyimpanan pada suhu dingin 4°C mengakibatkan jumlah BAL cenderung terhambat dan menurun secara perlahan. Menurut (Standar Nasional Indonesia (SNI), 2009), jumlah bakteri starter merupakan syarat kualitas yoghurt dengan jumlah populasi minimal  $10^7$  CFU/mL. Menurut Ihsan et al., (2017), pembuatan yoghurt dapat ditambahkan dengan substrat lain untuk tujuan tertentu. Penambahan tepung bekatul beras merah dapat sebagai tambahan sumber substrat baru, disamping laktosa susu, untuk pertumbuhan BAL selama proses fermentasi menjadi yoghurt, sekaligus menambah kandungan antioksidan di dalam yoghurt. Aktivitas antioksidan dari suatu bahan dapat diukur berupa nilai IC<sub>50</sub> dengan menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Rai Widarta and Arnata, 2014). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan pada suhu refrigerasi (4°C) yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah terhadap total BAL dan aktivitas antioksidan.

## MATERIAL dan METODE

### Metode Pemiakan Yoghurt

Susu kambing Peranakan Etawa (PE) dari Susu Kambing Etawa 1\* di Jalan Yulius Usman, Kecamatan Klojen, Kota Malang, Provinsi Jawa Timur sebanyak 300 mL dipasteurisasi teknik *High Temperature Short Time* (HTST), yaitu suhu 72 selama 15 detik dimasukkan starter powder freeze dried Yogourmet® (berisi *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Lactobacillus acidophilus*, total LAB  $10^7$  CFU/ml) dari Lalle-mand Group Canada USA sebanyak 0,5% (v/v) ke dalam susu kambing pasteurisasi setelah

ditunggu suhu turun hingga 45°C. Diinkubasi di inkubator pada suhu 45°C selama  $\pm$  4-5 jam hingga mencapai pH 4,4-4,5. Disimpan di lemari pendingin suhu 4°C (Haskito et al., 2020). Dilanjutkan dengan pembuatan yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah. Susu kambing PE sebanyak 1 liter dipasteurisasi teknik HTST. Ditambahkan biakan yoghurt yang telah dibuat sebelumnya sebanyak 3% (total BAL  $7,0 \times 10^7$  CFU/ml) dan tepung bekatul beras merah komersil CRP® sebanyak 4%. Dinkubasi di inkubator pada suhu 45°C selama  $\pm$  2-3 jam hingga mencapai pH 4,5-5 (Nisa et al., 2019; Haskito et al., 2020).

### Kelompok Perlakuan

Pembagian kelompok perlakuan dilakukan ketika telah mencapai pH yang sesuai, yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah dibagi-bagi dalam botol kaca steril tutup rapat menjadi 5 kelompok perlakuan, dengan ulangan masing-masing kelompok perlakuan adalah 4. Kelompok perlakuan 1 dilakukan penyimpanan selama 0 minggu, kelompok perlakuan 2 dilakukan penyimpanan selama 1 minggu, kelompok perlakuan 3 dilakukan penyimpanan selama 2 minggu, kelompok perlakuan 4 dilakukan penyimpanan selama 3 minggu, dan kelompok perlakuan 5 dilakukan penyimpanan selama 4 minggu. Penyimpanan di lemari pendingin suhu 4°C.

### Metode Perhitungan Bakteri Asam Laktat

Perhitungan total BAL menggunakan metode TPC *spread plate*. Pembuatan media *Man Rogosa Sharpe Agar* (MRSA) dengan melarutkan 106,4 gram serbuk MRSA kedalam 1,56 liter akuades steril. Media disterilisasi di autoklaf suhu 121°C selama 15 menit, dituang ke dalam cawan petri sebanyak 15-20 ml. Pembuatan media pengenceran *Buffer Peptone Water* (BPW) 0,1% dengan melarutkan 0,2 gram serbuk BPW ke dalam 1 liter akuades steril. Media disterilisasi di autoklaf suhu 121°C selama 15 menit. Media BPW dituang kedalam tabung reaksi sebanyak 9 ml, dengan total pengenceran  $10^1$  hingga  $10^7$ . Sebanyak 1 mL sampel yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah dimasukkan kedalam pengenceran  $10^1$  yang berisi 9 mL BPW 0,1 %, dihomogenkan dengan vortex. Setelah itu, 1 ml dari pengenceran  $10^1$  dipindahkan kedalam pengenceran  $10^2$ , dihomogenkan dengan vortex. Pengenceran dilanjutkan hingga mencapai pengenceran  $10^7$ . Tujuan dilakukan pengenceran ini adalah untuk memperkecil jumlah BAL yang tersuspensi di dalam yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah (Fatra, 2022). Penanaman dilakukan dengan cara menuang 0,1 ml larutan dari pengenceran  $10^5$  hingga  $10^7$  pada media MRSA, kemudian dilakukan perataan dengan *spreader*, dilakukan secara duplo. Media MRSA yang telah diinokulasi tersebut, diinkubasi di inkubator pada suhu 37°C posisi cawan petri terbalik. Perhitungan koloni BAL yang tumbuh dapat diamati setelah 24-48 jam lama inkubasi. Menurut (Standar Nasional Indonesia (SNI), 2008), rumus perhitungan jumlah koloni bakteri yang tumbuh adalah sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Koloni (CFU/mL)} = \text{Jumlah Koloni} \times \frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}}$$

## Pengukuran Aktivitas Antioksidan

Pengukuran aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah ditimbang sebanyak 2,5 ml, ditambahkan etanol hingga mencapai 25 ml, dimaserasi selama 2 jam hingga homogen, disaring untuk dilakukan pengenceran 3,5 ml, 4 ml, 4,5 ml dan 5 ml pada tiap tabung reaksi. Masing-masing pengenceran diambil 1 ml, ditambahkan 7 ml etanol murni 99% pada tabung reaksi tertutup, ditambahkan 2 ml larutan DPPH konsentrasi 0,2 mol, dihomogenkan dengan vortex, didiamkan 30 menit pada suhu ruang. Nilai absorbansi panjang gelombang yang dapat dibaca pada spektrofotometer sebesar 517 nm. Absorbansi kontrol melalui tahapan yang sama, namun hanya menggunakan larutan etanol murni 99% sebanyak 7 ml yang ditambahkan 2 ml larutan DPPH. Menurut Ramayani et al., (2018), absorbansi sampel ditentukan oleh serapan radikal DPPH yang tersisa dalam larutan pada panjang gelombang 517 nm, ditentukan melalui rumus *Ascorbic Acid Equivalent Antioxidant Capacity* (AEAC):

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{\text{Absorbansi Sampel}} \times 100 \%$$

## Penentuan Nilai IC50

Penentuan nilai Inhibition Concentration 50% (IC<sub>50</sub>) menggunakan persamaan  $y = ax + b$ . Kurva antara konsentrasi sampel dengan % peredaman DPPH (y). Semakin rendah nilai IC<sub>50</sub> menunjukkan aktivitas antioksidan yang semakin tinggi atau bagus (Hidayah and Purwanto, 2014).

## Analisis Data

Analisis data menggunakan Uji *One Way* ANOVA dengan syarat rata-rata masing kelompok perlakuan harus homogen dan data terdistribusi normal, yang dilakukan menggunakan program *Statistical Product and Service Solution* (SPSS) 25. Perbedaan nyata antara kelompok perlakuan, dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (Akbar et al., 2022).

## HASIL

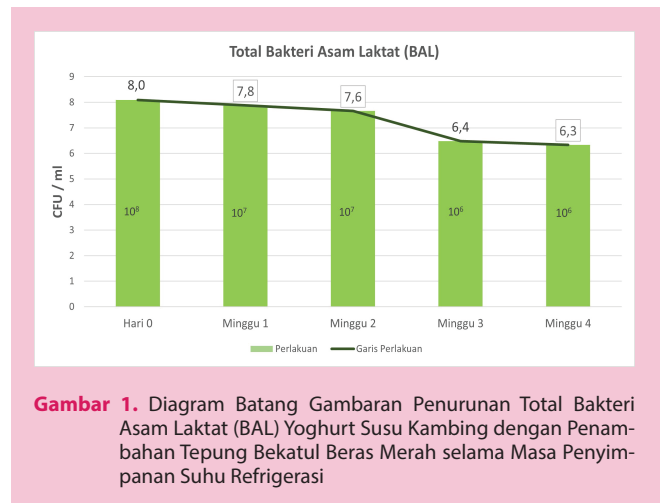
### Total Bakteri Asam Laktat (BAL) Yoghurt Susu Kambing

Hasil analisis data menggunakan statistika Uji *One Way* ANOVA yang dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test*, diperoleh gambaran informasi bahwa seiring lama penyimpanan yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah dapat mempengaruhi total BAL yang sangat signifikan ( $p < 0,01$ ) pada setiap kelompok perlakuan, seperti dapat dilihat pada Tabel 1., dan Gambar 1.

**Tabel 1.** Perbandingan Rata-Rata Total Bakteri Asam Laktat (BAL) Yoghurt Susu Kambing Tepung Bekatul Beras Merah selama Masa Penyimpanan Suhu Refrigerasi

No.	Perlakuan	Rata-Rata Total Bakteri Asam Laktat (BAL) ± SD (%)
1.	Minggu 0	8,0915 ± 0,7715 <sup>e</sup>
2.	Minggu 1	7,8804 ± 0,0212 <sup>d</sup>
3.	Minggu 2	7,6682 ± 0,04245 <sup>c</sup>
4.	Minggu 3	6,4840 ± 0,01840 <sup>b</sup>
5.	Minggu 4	6,3365 ± 0,03370 <sup>a</sup>

**Keterangan.** Superskrip yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda dengan  $p < (0,01)$



**Gambar 1.** Diagram Batang Gambaran Penurunan Total Bakteri Asam Laktat (BAL) Yoghurt Susu Kambing dengan Penambahan Tepung Bekatul Beras Merah selama Masa Penyimpanan Suhu Refrigerasi

Pengukuran nilai total BAL pada sampel yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah dilakukan dengan menggunakan metode TPC, ditanam pada media MRSA pengenceran  $10^5$ - $10^7$  secara duplo dan dilakukan selama umur simpan 0, 1, 2, 3 dan 4 minggu. Analisis statistika menunjukkan hasil bahwa perlakuan minggu 0 ( $8,0915 \pm 0,7715$ ) memiliki perbedaan nilai total BAL yang sangat signifikan ( $p < 0,01$ ) terhadap minggu 1, minggu 2, minggu 3, dan minggu 4. Pada kelompok perlakuan minggu 1 ( $7,8804 \pm 0,0212$ ) memiliki nilai perbedaan yang sangat signifikan terhadap kelompok minggu 0, minggu 2, minggu 3, dan minggu 4. Pada kelompok minggu 2 ( $7,6682 \pm 0,04245$ ) memiliki perbedaan yang sangat signifikan terhadap kelompok minggu 0, minggu 1, minggu 3, dan minggu 4. Pada kelompok minggu 3 ( $6,4840 \pm 0,01840$ ) memiliki perbedaan yang sangat signifikan terhadap kelompok minggu 0, minggu 1, minggu 2, dan minggu 4. Pada kelompok minggu 4 ( $6,3365 \pm 0,03370$ ) memiliki perbedaan yang sangat signifikan terhadap kelompok minggu 0, minggu 1, minggu 2, dan minggu 3.

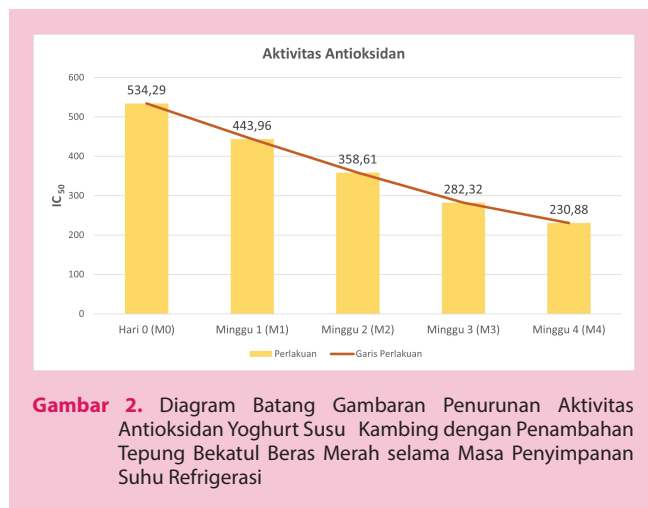
### Aktivitas Antioksidan Yoghurt Susu Kambing

Hasil analisis data menggunakan statistika Uji *One Way* ANOVA dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test*, maka diperoleh gambaran informasi bahwa seiring lama penyimpanan yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan yang sangat signifikan ( $p < 0,01$ ) pada setiap kelompok perlakuan, seperti dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2. Pengukuran aktivitas antioksidan pada sampel yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah dilakukan dengan menggunakan metode DPPH dan dilakukan selama umur simpan 0, 1, 2, 3 dan 4 minggu.

**Tabel 2.** Perbandingan Rata-Rata Aktivitas Antioksidan Yoghurt Susu Kambing Tepung Bekatul Beras Merah selama Masa Penyimpanan Suhu Refrigerasi

No.	Perlakuan	Rata-Rata Aktivitas Antioksidan ± SD (%)
1.	Minggu 0	543,295 ± 0,379 <sup>e</sup>
2.	Minggu 1	443,965 ± 0,231 <sup>d</sup>
3.	Minggu 2	358,615 ± 0,526 <sup>c</sup>
4.	Minggu 3	282,325 ± 0,114 <sup>b</sup>
5.	Minggu 4	230,883 ± 0,473 <sup>a</sup>

**Keterangan.** Superskrip yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda dengan  $p < (0,01)$



**Gambar 2.** Diagram Batang Gambaran Penurunan Aktivitas Antioksidan Yoghurt Susu Kambing dengan Penambahan Tepung Bekatul Beras Merah selama Masa Penyimpanan Suhu Refrigerasi

Hasil analisa dengan uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan minggu 0 ( $534.295 \pm 0,379$ ) memiliki perbedaan aktivitas antioksidan yang sangat signifikan ( $p < 0,01$ ) terhadap minggu 1, minggu 2, minggu 3, dan minggu 4. Pada kelompok perlakuan minggu 1 ( $443.965 \pm 0,231$ ) memiliki nilai perbedaan yang sangat signifikan terhadap kelompok minggu 0, minggu 2, minggu 3, dan minggu 4. Pada kelompok minggu 2 ( $358.615 \pm 0,526$ ) memiliki perbedaan yang sangat signifikan terhadap kelompok minggu 0, minggu 1, minggu 3, dan minggu 4. Pada kelompok minggu 3 ( $282.325 \pm 0,114$ ) memiliki perbedaan yang sangat signifikan terhadap kelompok minggu 0, minggu 1, minggu 2, dan minggu 4. Pada kelompok minggu 4 ( $230.883 \pm 0,473$ ) memiliki perbedaan yang sangat signifikan terhadap kelompok minggu 0, minggu 1, minggu 2, dan minggu 3.

## PEMBAHASAN

Pada kelima kelompok perlakuan di Tabel 1, dan Gambar 1, total BAL mengalami penurunan signifikan mulai dari lama penyimpanan minggu 0 ( $8,0 \times 10^8$  CFU/ml) hingga minggu 4 ( $6,3 \times 10^6$  CFU/ml). Hal tersebut dikarenakan selama lama penyimpanan suhu dingin  $4^\circ\text{C}$ , BAL yang terdapat pada yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah tetap melakukan fermentasi dari substrat laktosa dan substrat prebiotik tepung bekatul beras merah, yaitu berupa sukrosa. Proses diawali dengan *Streptococcus thermophilus* yang bekerja ketika pH sudah mencapai 6,5 dibantu enzim  $\beta$ -D-galaktosidase menjadi karbohidrat sederhana berupa glukosa dan galaktosa. Glukosa akan memasuki proses glikolisis untuk menghasilkan asam piruvat dan diubah menjadi asam laktat. Galaktosa bersama enzim galaktokinase akan menghasilkan glukosa-1-fosfat, kemudian menjadi glukosa-6-fosfat dengan bantuan enzim heksokinase fosfoglukomutase. Tahapan selanjutnya adalah memasuki proses glikolisis dan mendapatkan hasil akhir berupa asam laktat. Pada saat pH terus turun hingga 5,8-5,5 dan dihasilkan asam laktat, *Lactobacillus bulgaricus* akan mulai melakukan hidrolisis protein susu yang menghasilkan asam amino dan peptida bioaktif nonpolar berupa tirosin, tritofhan, prolin, histidin, dan lain-lain (Miskiyah et al., 2020). Hasil dari hidrolisis protein yang menghasilkan asam amino akan berguna bagi pertumbuhan *Streptococcus*

*thermophilus*, dengan kata lain kedua BAL tersebut melakukan proses simbiosis mutualisme satu sama lain (Miskiyah et al., 2020), sehingga penurunan total BAL yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah selama proses fermentasi akan terjadi secara lambat. Menurut Oktavia et al., 2015, laktosa merupakan karbohidrat utama susu kambing untuk sumber energi bagi BAL. Selama proses fermentasi berlangsung, BAL akan memanfaatkan laktosa yang terkandung pada susu sebagai sumber energi utama, sehingga menghasilkan asam laktat. Hal ini berakibat jumlah total BAL yang semakin meningkat akan membuat yoghurt semakin asam. Penyimpanan suhu dingin  $4^\circ\text{C}$  ditujukan agar menghambat kerja aktivitas BAL pada yoghurt dikarenakan BAL sendiri merupakan bakteri yang optimum tumbuh pada suhu  $55-60^\circ\text{C}$  (Hidayat, 2013). Pada minggu 0 ( $8,0 \times 10^8$  CFU/ml) hingga minggu 4 ( $6,3 \times 10^6$  CFU/ml) masa perlakuan penelitian, memperlihatkan penurunan signifikan total BAL, hal ini menunjukkan bahwa substrat pada yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah mulai habis, sehingga menyebabkan BAL mendekati fase kematian (Meilanie et al., 2018). Menurut Kumalasari et al., (2013) penambahan substrat pangan berupa gula-gula sederhana akan mudah dimanfaatkan BAL, sehingga aktivitas BAL dapat berlangsung lebih lama.

Kelima kelompok perlakuan di Tabel 2, dan Gambar 2, IC<sub>50</sub> dari minggu 0 (534,29 mg/ml) hingga minggu 4 (230,88 mg/ml) mengalami penurunan yang signifikan. Menurut Setiawan et al., (2019) nilai IC<sub>50</sub> yang semakin kecil menandakan aktivitas antioksidan yang semakin kuat. Aktivitas antioksidan sangat kuat apabila nilai IC<sub>50</sub>  $< 0,05$  mg/ml, kuat apabila nilai IC<sub>50</sub> 0,05-0,10 mg/ml, sedang apabila nilai IC<sub>50</sub> 0,10-0,15 mg/ml, dan lemah apabila nilai IC<sub>50</sub> 0,15-0,20 mg/ml (Putri dan Anggraini, 2021). Nilai IC<sub>50</sub> hingga minggu 4 semakin kecil (230,88 mg/ml) apabila dibandingkan minggu 0 (534,29 mg/ml), nilai ini didapatkan dari proses hidrolisis protein susu dan sumber substrat yang ada di tepung bekatul beras merah. *Lactobacillus bulgaricus* dengan bantuan enzim protease akan melakukan proses hidrolisis protein menghasilkan peptida bioaktif yang awalnya inaktif di susu kambing segar. Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* tahan terhadap asam dibandingkan jenis BAL yang lainnya, sehingga proses hidrolisis protein semakin meningkat seiring waktu lama penyimpanannya. Pada tepung bekatul beras merah, selama proses fermentasi akan terjadi penurunan sukrosa dan kadar serat kasar tidak larut yang sejalan dengan aktivitas total BAL. Antioksidan pada tepung bekatul beras merah berikatan dengan ikatan kovalen serat tidak larut. Serat kasar tidak larut dapat difermentasi oleh BAL dikarenakan BAL memiliki enzim selulase. Hal ini akan sejalan dengan pelepasan senyawa antioksidan yang terkandung karena degradasi serat tidak larut oleh BAL menjadi senyawa sederhana, sehingga ikatan kovalen senyawa antioksidan dengan serat tidak larut bekatul terlepas dan mengakibatkan keberadaan antioksidan mulai meningkat pada fase awal stasioner. Bakteri Asam Laktat (BAL) juga akan memfermentasi serat tidak larut menjadi *Short Chain Fatty Acid* (SCFA) yang aman dikonsumsi bagi masyarakat penderita *lactose intolerance*. Menurut penelitian Zubaidah et al., (2012) sema-

kin tinggi penurunan kadar serat kasar, maka semakin tinggi senyawa antioksidan yang terdeteksi. Tepung bekatul beras merah telah terbukti mampu menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi karena mengandung pigmen antosianin dan proantosianidin. Hal ini terbukti pada penelitian [Setiawan et al., \(2019\)](#) bahwa buah atau tanaman berpigmen yang ditambahkan kedalam yoghurt akan memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi daripada yang tidak berpigmen. Hal ini sudah sejalan dengan penelitian ([Af'idah and Trimulyono, 2019](#)) bahwa penurunan nilai IC<sub>50</sub> dipengaruhi oleh meningkatnya kadar asam laktat dan penurunan pH yang dihasilkan oleh BAL. Penurunan tersebut dibuktikan bahwa telah terjadi perubahan kimia dari gula susu (laktosa) dan gula tepung bekatul beras merah (sukrosa) menjadi asam. Peningkatan kadar asam laktat selama proses penyimpanan juga dibuktikan pada penelitian ([Fatra, 2022](#)), bahwa substrat yang berasal dari susu dan tambahan tepung bekatul akan menyebabkan proses fermentasi secara lambat, sehingga kenaikan kadar asam laktat terjadi dan berkolerasi positif terhadap penurunan nilai pH, sehingga aktivitas antioksidan IC<sub>50</sub> akan semakin menurun.

Penelitian yang dilakukan oleh [Haskito et al., \(2020\)](#), memberikan tambahan informasi mengenai gambaran perbandingan total BAL dan aktivitas antoksidan diantara yoghurt susu kambing dengan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras merah, yaitu yoghurt susu kambing memiliki total BAL  $3,4 \times 10^6$  CFU/ml, sedangkan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras merah  $7,0 \times 10^7$  CFU/ml. Aktivitas antioksidan yoghurt susu kambing  $77,10^3$  mg/ml, sedangkan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras merah 45,2 mg/ml. Fakta ilmiah ini menunjukkan bahwa ada peningkatan secara nyata pada kandungan total BAL dan aktivitas antioksidan pada yoghurt setelah ditambahkan dengan tepung bekatul beras merah. Penelitian yang dilakukan oleh [Ningtyas dan Haskito, \(2020\)](#), yang meneliti mengenai penerimaan konsumen terhadap yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih, merah, dan hitam, memberikan informasi bahwa penilaian konsumen terhadap yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah adalah untuk rasa asam (1,25); kehadiran aroma kambing (1,50); kehadiran aroma bekatul (1,47); dan konsistensi (1,43), dengan skala skor 1-2 adalah menunjukkan penerimaan "suka". Fakta ilmiah ini menunjukkan bahwa produk yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah merupakan kandidat produk minuman fungsional yang memiliki nilai tinggi dipandang dari kandungan total BAL, aktivitas antioksidan, serta penerimaan konsumen yang memberikan penilaian "suka".

## KESIMPULAN

Lama penyimpanan pada suhu dingin (4°C) yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah dapat mempengaruhi penurunan total BAL dan aktivitas antioksidan sangat signifikan. Penurunan total BAL terjadi mulai dari lama penyimpanan minggu 0 hingga minggu 4. Yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah baik dikonsumsi hingga lama penyimpanan

minggu 2 menurut SNI Yoghurt mengenai total BAL dalam yoghurt. Untuk mendapatkan manfaat maksimal dari segi antioksidan dari yoghurt susu kambing dengan penambahan tepung bekatul beras merah dapat tetap dikonsumsi hingga lama penyimpanan minggu 4, karena nilai IC<sub>50</sub> semakin menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih kuat apabila dibandingkan dengan minggu 0. Namun, tetap disarankan lebih baik dikonsumsi hingga lama penyimpanan minggu 2.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang ikut terlibat pada penelitian ini

## KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak-pihak yang terkait dalam penelitian ini.

## SUMBER PEMBIAYAAN

Penelitian ini dibiayai oleh Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Brawijaya (FKH UB) yang memberikan Pendanaan Penelitian Skema DPP/SPP Tahun 2022

## PERSETUJUAN ETIK

Persetujuan Laik Etik tidak diperlukan pada penelitian ini

## KONTRIBUTOR PENULIS

Konsep dan desain penelitian: AEPH, pengambilan data: IPJ, analisis dan interpretasi data: IPJ, menyusun naskah: AEPH dan IPJ, revisi naskah: AEPH, CS, SLA

## DAFTAR PUSTAKA

- [Af'idah, F. and Trimulyono, G., 2019.](#) Uji Aktivitas Antioksidan Dan Kadar Asam Laktat Yoghurt Tempe Kedelai (Glycine Max) dan Yoghurt Tempe Kacang Hijau (Vigna Radiata). *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 8 (1), 17–24.
- [Akbar, M.H., Setyaningsih, S., and Virgantari, F., 2022.](#) Pengujian Pertumbuhan Produksi Manggot Melalui Kombinasi Sampah Rumah Tangga dan Daun Kering Menggunakan Rancangan Acak Lengkap. *Interval: Jurnal Ilmiah Matematika*, 2 (1), 13–22.
- [Badan Pusat Statistik, 2021.](#) Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2021. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [Fatra, I.M., 2022.](#) Pengaruh Lama Penyimpanan Yoghurt Susu Kambing Fortifikasi Tepung Bekatul Beras Hitam Terhadap Kadar Alkohol dan Kadar Keasaman. [Skripsi]. Universitas Brawijaya, Malang.
- [Haskito, A.E.P., Mahdi, C., and Noviatry, A., 2020.](#) Comparison of Antioxidant Activity and Total Lactic Acid Bacteria (LAB) of Goat Milk Yoghurt, Goat Milk Yoghurt Fortified by Red and Black Rice Bran Flour. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 465 (1), 012010.
- [Hidayah, N. and Purwanto, D.A., 2014.](#) Penapisan Aktivitas Antioksidan Kombinasi Yogurth dan Jus Tomat Dibandingkan Vitamin C. *Berkala Ilmiah Kimia Farmasi*, 4 (1), 41–48.

- Hidayat, I.R., 2013. Total Bakteri Asam Laktat, Nilai pH dan Sifat Organoleptik Drink Yoghurt dari Susu Sapi Yabg Diperkaya Ekstrak Buah Mangga. *Animal Agriculture Journal*, 2 (1), 161-167.
- Ihsan, R.Z., Cakrawati, D., Handayani, M.N., and Handayani, S., 2017. Penentuan Umur Simpan Yoghurt Sinbiotik Dengan Penambahan Tepung Gembolo Modifikasi Fisik. *Edufortech*, 2 (1), 3-6.
- Juniarta, I.W., Lindawati, S., and Suriasih, N.K., 2014. Evaluasi Aktivitas Antimikroba Yoghurt Susu Kambing Peranakan Etawah (Pe) dalam Waktu Simpan Berbeda Terhadap Bakteri Patogen. *Journal of Tropical Animal Science*, 2 (2), 240-251.
- Khoiriyah, L.K. and Fatchiyah, F., 2013. Karakter Biokimia dan Profil Protein Yogurt Kambing PE Difermentasi Bakteri Asam Laktat (BAL). *The Journal of Experimental Life Sciences*, 3 (1), 1-6.
- Kumalasari, K.E.D., Legowo, A.M., and Al-Baari, A.N., 2013. Total Bakteri Asam Laktat, Kadar Laktosa, pH, Keasamaan, Kesukaan Drink Yogurt dengan Penambahan Ekstrak Buah Kelengkeng. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2 (4), 165-168.
- Laksito, D., Wijaya, R., and Nurfitriani, R.A., 2020. Kadar Laktosa, Gula Reduksi, dan Nilai pH Yoghurt dengan Penambahan Bekatul Selama 15 Hari Penyimpanan Refrigerasi. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 3 (2), 38-43.
- Meilanie, R.T., Arief, I.I., and Taufik, E., 2018. Karakteristik Yoghurt Probiotik dengan Penambahan Ekstrak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa L*) Selama Penyimpanan Suhu Dingin. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 6 (1), 36-44.
- Miskiyah, N., Juniawati, N., and Yuanita, L., 2020. Mutu Starter Kering Yoghurt Probiotik di Berbagai Suhu Selama Penyimpanan. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 17 (1), 15-23.
- Nisa, C., Aprilia, V., and Nadia, L.S., 2019. Substitution of Rice Brand had the Impact on Organoleptic Properties and Nutritional Value of Yogurt. *Jurnal Gizi dan Dietetik Indonesia*, 6 (1), 23-27.
- Oktavia, H.M., Kusumawati, N., and Kuswardani, I., 2015. Effect of storage time during distribution and marketing on the viability of lactic acid bacteria and acidity levels in black mulberry yogurt (*Morus nigra L.*). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 14 (1), 22-30.
- Rai Widarta, I.W. and Arnata, I.W., 2014. Stabilitas Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bekatul Beras Merah Terhadap Oksidator dan Pemanasan Pada Berbagai pH. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 25 (2), 193-199.
- Ramayani, G., Rustanti, N., and Fitrianti, D.Y., 2018. Total Bakteri Asam Laktat (BAL), Aktivitas Antioksidan, dan Penerimaan Yoghurt Herbal Sinbiotik dengan Penambahan Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*). *Journal of Nutrition College*, 7 (3), 140-146.
- Sajidan, S., Adi, F.P., Atmojo, I.R.W., Ardiansyah, R., and Saputri, D.Y., 2021. Pemberdayaan Masyarakat Non Produktif Dusun Demangan Kabupaten Sukoharjo Melalui UMKM Berbasis Bahan Dasar Bekatul Untuk Mewujudkan Ketahanan Ekonomi. *International Journal of Community Service Learning*, 5 (2), 185-191.
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 2008. Metode Pegujian Cemaran Mikroba dalam Daging, Telur, Susu serta Hasil Olahannya. Jakarta: *Badan Standarisasi Nasional (BSN)*.
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 2009. SNI 2981:2009. Yoghurt. Jakarta: *Badan Standarisasi Nasional (BSN)*.
- Tuarita, M.Z., Sadek, N.F., and Yuliana, N.D., 2017. Pengembangan Bekatul sebagai Pangan Fungsional: Peluang, Hambatan, dan Tantangan. *Jurnal Pangan*, 26 (02), 1-11.
- Wylis, R., Santri, N., and Asnawi, R., 2018. Pengenalan Pengolahan Susu Kambing di Kecamatan Sukadana Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 23 (1), 45-56.