

# Pengaruh Lama Penyimpanan Yoghurt Susu Kambing Fortifikasi Tepung Bekatul Beras Putih Terhadap Karakteristik Fisik Organoleptik, Nilai pH, Jumlah Cemar Coliform, dan *Salmonella sp.*

*The Effect of Storage Time of Fortified Goat Milk Yoghurt White Rice Bran Flour on Organoleptic Physical Characteristics, pH Value, Amount of Coliform and Salmonella sp. Contamination*

Ajeng Erika Prihatuti Haskito<sup>1\*</sup>, Chanif Mahdi<sup>2</sup>, Faniar Tasha Almara<sup>1</sup>,  
Restu Wika Bina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Brawijaya, Puncak Dieng Eksklusif, Kalisongo, Dau, Kabupaten Malang, Jawa Timur, 65151, <sup>2</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Ketawanggede, Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur, 65145.

\*Corresponding author: [drhajengerika@ub.ac.id](mailto:drhajengerika@ub.ac.id)

## Abstrak

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih terhadap karakteristik fisik organoleptik, nilai pH, jumlah cemaran coliform, dan *Salmonella sp.* Sebanyak 20 sampel dibagi menjadi lima kelompok perlakuan, berdasarkan lama penyimpanan 0, 1, 2, 3, 4 minggu, dan pengulangan sebanyak 4 kali. Pada setiap minggu dilakukan pengujian karakteristik fisik organoleptik menggunakan 20 panelis semi terlatih, pengukuran nilai pH menggunakan pH meter, pengujian jumlah cemaran coliform menggunakan metode MPN, serta pengujian cemaran *Salmonella sp.* menggunakan media SSA, pewarnaan Gram, dan media TSIA. Pengolahan data karakteristik fisik organoleptik dianalisa menggunakan Kruskal-Wallis dilanjutkan Mann-Whitney, data jumlah cemaran coliform dan nilai pH dianalisa menggunakan *OneWay* ANOVA dilanjutkan Tukey. Pengolahan data kualitatif cemaran *Salmonella sp.* secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan lama penyimpanan berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap karakteristik fisik organoleptik, kriteria penampakan, rasa, dan aroma, tetapi tidak berpengaruh signifikan ( $p > 0,05$ ) pada kriteria warna. Hasil pada jumlah cemaran coliform dan nilai pH terdapat perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ). Hasil pada cemaran *Salmonella sp.* tidak berpengaruh terhadap lama penyimpanan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah masa simpan maksimal dua minggu masih dapat direkomendasikan untuk dikonsumsi.

Kata kunci: bekatul beras putih, coliform, organoleptik, pH, *Salmonella sp.*, yoghurt susu kambing

## Abstract

*This study aimed to determine the effect of storage time for fortified goat's milk yogurt white rice bran flour on organoleptic physical characteristics, pH value, amount of coliform and Salmonella sp. contamination. A total of 20 samples were divided into five treatment groups, based on storage time of 0, 1, 2, 3, 4 weeks, and 4 replications. Every week, tests for organoleptic physical characteristics were carried out using 20 semi-trained panelists, measuring pH values using a pH meter, evaluating the amount of coliform contamination using the MPN method, and Salmonella sp. using SSA media, Gram stain, and TSIA media. Data of organoleptic physical characteristics was analyzed using Kruskal-Wallis followed by Mann-Whitney, data on the amount of coliform contamination and pH values were analyzed using OneWay ANOVA followed by Tukey. Qualitative data on contamination of Salmonella sp. descriptively. The results showed that storage time had a significant effect ( $p < 0,05$ ) on organoleptic physical characteristics, appearance, taste and aroma criteria, but had no significant effect ( $p > 0,05$ ) on color criteria. The results on the amount of coliform contamination and the pH value showed a significant difference ( $p < 0,05$ ). Results on contamination of Salmonella sp. no effect on storage time. In conclusion, a maximum shelf life of two weeks can still be recommended for consumption.*

Keywords: white rice bran, coliform, organoleptic, pH, *Salmonella sp.*, goat's milk yoghurt

Received: 1 August 2022

Revised: 26 January 2023

Accepted: 9 March 2023



## PENDAHULUAN

Susu adalah salah satu sumber protein hewani yang dibutuhkan untuk perkembangan, pertumbuhan, dan membantu memelihara kesehatan tubuh (SNI 3141.01.2011). Salah satu yang lazim dijumpai di Indonesia adalah susu kambing. Ukuran butiran lemak dari susu kambing yang lebih kecil, mampu menjadikan lemak susu kambing lebih homogen dan mudah tersebar, sehingga lebih mudah dicerna pada sistem pencernaan. Salah satu produk olahan susu adalah yoghurt. Yoghurt adalah olahan susu dari fermentasi oleh Bakteri Asam Laktat (BAL), seperti *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* (Susilorini dan Sawitri, 2007). Konsumsi yoghurt setiap tahunnya terus mengalami peningkatan. Yoghurt dapat ditambah dengan bahan pangan lainnya untuk menambah manfaat dan kandungan gizi dari yoghurt, salah satunya fortifikasi tepung bekatul beras putih.

Konsumsi beras di Indonesia yang tinggi, menjadikan Indonesia sebagai negara ketiga konsumen besar terbanyak setelah China dan India (FAO, 2016). Diperkirakan permintaan akan beras akan terus meningkat disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk dan ekonomi, oleh sebab itu seiring berjalannya waktu industri beras akan terus berjalan dan dengan kata lain akan adanya peningkatan produksi produk sampingan penggilingan padi. Hasil sampingan dari penggilingan padi adalah bekatul (Esa et al., 2013). Bekatul beras putih dapat dijadikan sebagai terapi diet pada penderita diabetes melitus serta memiliki aktivitas hipokolesterolemik paling efektif, dibandingkan bekatul beras merah dan hitam, berupa serat pangan dan  $\gamma$ -oryzanol yang mampu menormalisasi trigliserida, *Low-Density Lipoprotein* (LDL), dan total kolesterol dalam serum.

Yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang memiliki manfaat dan nilai gizi yang baik bagi kesehatan tubuh, terlebih mengingat termasuk produk pangan fungsional yang dikonsumsi oleh manusia, maka selayaknya perlu diperhatikan penampilan karakteristik fisik dan cemaran mikrobiologi, terutama tidak melebihi batas maksimal cemaran coliform, yaitu

10 APM/g, yang dapat menyebabkan berbagai penyakit, juga cemaran mikrobiologi yang bersifat patogen seperti *Salmonella sp.*

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih terhadap karakteristik fisik organoleptik, nilai pH, jumlah cemaran coliform, dan *Salmonella sp.* sehingga dapat diperoleh informasi masa simpan maksimal yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang masih dapat dikonsumsi dari karakteristik fisik dan cemaran mikrobiologi.

## METODE PENELITIAN

### Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan 20 sampel yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima kelompok perlakuan yaitu lama penyimpanan 0, 1, 2, 3, 4 minggu pada suhu dingin 4°C, yang masing-masing kelompok perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali.

### Perlakuan

Penelitian diawali dengan pembuatan *mother culture* menggunakan bahan baku utama susu kambing yang didapat dari Green Farm Kota Batu, Jawa Timur. Susu kambing yang digunakan untuk pembuatan *mother culture* sebanyak 200 ml, selanjutnya dipasteurisasi secara *High Temperature Short Time* (HTST) 72°C selama 15 detik. Susu kambing pasteurisasi dilakukan penurunan suhu hingga mencapai 45°C, selanjutnya ditambahkan BAL sebanyak 0,5% dari jumlah susu. Bakteri Asam Laktat (BAL) yang digunakan berupa dried yoghurt starter Yogourmet® (mengandung *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, dan *L. acidophilus*). Susu kambing pasteurisasi yang telah ditambah dengan BAL, diinkubasi pada suhu 45°C selama 2–3 jam hingga mencapai pH 4,4–4,5.

Pembuatan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih menggunakan 550 ml susu kambing. Susu kambing tersebut dipasteurisasi secara HTST 72°C selama 15 detik,

selanjutnya dilakukan penurunan suhu hingga mencapai 45°C. Susu kambing pasteurisasi ditambahkan dengan *mother culture* yang telah dibuat sebelumnya sebanyak 3% dari jumlah susu, kemudian dihomogenkan. Susu kambing pasteurisasi yang telah tercampur dengan *mother culture*, ditambahkan dengan tepung bekatul beras putih sebanyak 4% dari jumlah susu, kemudian dihomogenkan kembali. Susu kambing pasteurisasi yang telah ditambah dengan *mother culture* dan tepung bekatul beras putih diinkubasi pada suhu 45°C selama 2–3 jam hingga mencapai pH 4–5, ditandai dengan perubahan pada timbulnya bau asam yang khas.

### Uji Karakteristik Fisik Organoleptik

Uji karakteristik fisik organoleptik menggunakan metode hedonik dan mutu hedonik. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 20 panelis semi terlatih, yaitu yang telah memenuhi kriteria inklusi mengetahui yoghurt, mengetahui bekatul beras putih, pernah mengonsumsi yoghurt sebelumnya, dan tidak memiliki alergi terhadap protein susu. Uji hedonik memiliki tujuan untuk memahami tingkat atau derajat kesukaan panelis terhadap suatu sampel atau produk, sedangkan uji mutu hedonik dilakukan untuk menilai mutu dari sampel yang bertujuan untuk mengetahui sampel tersebut sesuai atau tidak untuk dipasarkan. Berdasarkan SNI 2981.2009, uji organoleptik pada yoghurt meliputi penampakan, rasa, aroma, dan warna. Kriteria yang diujikan pada panelis, meliputi penampakan, rasa, aroma, dan warna. Metode hedonik menggunakan skoring penilaian 1=sangat tidak suka, 2=tidak suka, 3=biasa, 4=suka, dan 5=sangat suka, sedangkan metode mutu hedonik menggunakan skoring penilaian yang dapat dilihat pada Tabel 1.

### Penentuan Nilai pH

Pengukuran nilai pH dilakukan dengan menggunakan pH meter. pH meter dilakukan pembersihan terlebih dahulu dengan cara katoda indikator dicelupkan kedalam akuades, selanjutnya dikalibrasi dengan memasukkan ujung katoda kedalam buffer pH 7 hingga pH meter konstan. Nilai pH yoghurt diperoleh

dengan mencelupkan bagian batang pH meter yang telah dikalibrasi tersebut kedalam sampel yoghurt.

### Evaluasi Cemaran Coliform

Pengujian jumlah cemaran coliform dilakukan dengan metode *Most Probable Number* (MPN) 3 seri tabung. Langkah pertama, diawali dengan pembuatan media *Lauryl Sulfate Tryptose Broth* (LSTB) dan *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLBB). Media pengenceran digunakan *Buffer Peptone Water* (BPW) 0,1%, dengan tingkat pengenceran  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  dan  $10^{-3}$ . Sampel yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih dilakukan pengenceran pada BPW  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  dan  $10^{-3}$ , selanjutnya dimasukan sebanyak 1 ml dari setiap pengenceran tersebut pada media LSTB. Kemungkinan keberadaan coliform dalam sampel akan memfermentasi laktosa dan menghasilkan gas yang terperangkap didalam tabung Durham, dalam waktu 48 jam pada suhu 37°C. Hasil positif pada media LSTB yang ditandai ada gelembung udara didalam tabung Durham, maka dilanjutkan penanaman pada media BGLBB. Konfirmasi keberadaan coliform dengan media BGLBB dari media LSTB yang positif adalah media BGLBB mampu menghambat bakteri yang membentuk endospore, yang hal ini sering mengakibatkan pembacaan positif yang salah pada media LSTB. Hasil positif pada media BGLBB yang ditandai ada gelembung udara didalam tabung Durham, dicatat kemudian dicocokkan dengan Tabel MPN untuk mendapatkan hasil jumlah cemaran coliform pada sampel.

### Evaluasi Cemaran *Salmonella sp.*

Pengujian cemaran *Salmonella sp.* dengan menggunakan media *Salmonella Shigella Agar* (SSA), pewarnaan Gram, dan konfirmasi pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA). Sampel dilakukan enrichment pada media BPW 10%, dengan cara sebanyak 1 ml sampel dimasukan kedalam 9 ml BPW 10%, selanjutnya diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Sampel yang telah dilakukan enrichment tersebut, ditanam pada media SSA dengan menggunakan ose ujung bulat dengan cara streak untuk mendapatkan koloni terpisah, selanjutnya diinkubasi selama 24 jam

pada suhu 37°C. Setelah inkubasi, jika terdapat pertumbuhan koloni bakteri, maka dilanjutkan dengan pewarnaan Gram. Pewarnaan Gram dilakukan dengan cara diambil sebanyak satu ose koloni bakteri yang terpisah dan letakkan diatas object glass, difiksasi, ditambahkan kristal violet 1%, diratakan dan ditunggu hingga kering, selanjutnya difiksasi menggunakan api bunsen dengan cepat, ditetaskan iodine, ditunggu selama 1 menit, dibilas menggunakan air yang mengalir, ditetaskan alkohol, ditunggu 1 menit, sisa alkohol dibuang, dibilas dengan air mengalir, selanjutnya ditetaskan larutan safranin dan ditunggu 30 detik, dibilas dan dikeringkan, terakhir diamati dibawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 1000x menggunakan minyak emersi (Freshinta, 2016).

Uji konfirmasi biokimia dilakukan dengan menggunakan media TSIA, hal ini sangat diperlukan untuk mengkonfirmasi koloni yang tumbuh pada media SSA adalah bakteri *Salmonella sp.*, atau bakteri lain. Isolat bakteri diinokulasikan pada media TSIA menggunakan ose ujung runcing dengan cara menusuk bagian tengah hingga kedalaman  $\frac{3}{4}$  bagian dari permukaan medium tegal (butt), selanjutnya digores pada bagian permukaan medium miring (slant), diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C (Jay *et al.*, 2005).

### Analisis Data

Pengolahan data karakteristik fisik organoleptik dianalisa menggunakan Kruskal-Wallis dilanjut Mann-Whitney, data jumlah cemaran coliform dan nilai pH dianalisa menggunakan *OneWay* ANOVA dilanjut Tukey. Pengolahan data kualitatif cemaran *Salmonella sp.* secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian organoleptik dengan metode hedonik dapat dibaca secara statistik dan arti skor. Hasil analisis terhadap skoring yang diperoleh dari panelis semi terlatih terdapat perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ) lama penyimpanan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih terhadap kriteria penampakan, rasa, dan aroma. Sementara itu, tidak terdapat perbedaan

signifikan ( $p > 0,05$ ) lama penyimpanan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih terhadap kriteria warna (Tabel 2).

Pembacaan hasil uji organoleptik dengan metode hedonik, yaitu dengan melihat arti skor (Haskito *et al.*, 2019). Dari data hasil pengujian pada Tabel 2, hasil untuk kriteria penampakan pada lama penyimpanan minggu ke-0, panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 4,00. Nilai skor ini memiliki arti panelis semi terlatih memberikan derajat kesukaan pada kriteria penampakan yang “suka” pada yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-0. Pada lama penyimpanan minggu ke-1, panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,70 dan pada lama penyimpanan minggu ke-2, panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,55. Nilai ini berada diantara skala 3 dan 4 dengan kecenderungan mendekati skala 4. Hal ini memiliki arti bahwa panelis semi terlatih memberikan derajat kesukaan pada kriteria penampakan yang “suka” pada yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-1 dan minggu ke-2. Pada lama penyimpanan minggu ke-3, panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 2,93 dan pada lama penyimpanan minggu ke-4, panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 2,51. Nilai ini berada diantara skala 2 dan 3 dengan kecenderungan mendekati skala 3. Hal ini memiliki arti bahwa panelis semi terlatih memberikan derajat kesukaan penampakan yang “biasa” pada yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-3 dan minggu ke-4.

Hasil untuk kriteria rasa pada lama penyimpanan minggu ke-0, panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,85 dan pada lama penyimpanan pada minggu ke-1 dan minggu ke-2 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,55. Nilai ini berada diantara skala 3 dan 4 dengan kecenderungan mendekati skala 4. Hal ini memiliki arti bahwa panelis semi terlatih memberikan derajat kesukaan rasa yang “suka” pada yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-0, minggu ke-1, dan minggu ke-2. Pada lama

**Tabel 1.** Skoring pada uji mutu hedonik (Wijaya, 2008)

Karakteristik	Skoring				
	1	2	3	4	5
Penampakan	sangat tidak kental-padat	tidak kental-padat	agak kental-padat	kental-padat	sangat kental-padat
Aroma	sangat tidak beraroma asam khas yoghurt	tidak beraroma asam khas yoghurt	agak beraroma asam khas yoghurt	beraroma asam khas yoghurt	sangat beraroma asam khas yoghurt
Rasa	sangat tidak asam	tidak asam	agak asam	asam	sangat asam
Warna	putih sangat pekat	putih pekat	putih	putih kekuningan	putih sangat kuning

**Tabel 2.** Hasil uji organoleptik hedonik yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih berdasarkan lama penyimpanan

Kelompok	Kriteria (Mean±SD)			
	Penampakan	Aroma	Rasa	Warna
P0	4,00±0,46 <sup>a</sup>	4,30±0,47 <sup>a</sup>	3,85±0,37 <sup>a</sup>	3,85±0,59 <sup>a</sup>
P1	3,70±0,50 <sup>a</sup>	4,05±0,51 <sup>ab</sup>	3,55±0,60 <sup>abc</sup>	3,70±0,73 <sup>a</sup>
P2	3,55±0,52 <sup>b</sup>	3,70±0,66 <sup>bc</sup>	3,55±0,51 <sup>bc</sup>	3,75±0,64 <sup>a</sup>
P3	2,93±0,51 <sup>b</sup>	3,35±0,67 <sup>cd</sup>	3,20±0,62 <sup>cd</sup>	3,85±0,49 <sup>a</sup>
P4	2,51±0,32 <sup>c</sup>	3,20±0,62 <sup>d</sup>	2,90±0,64 <sup>d</sup>	3,70±0,47 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> notasi berbeda antar kelompok perlakuan memiliki nilai  $p < 0,05$ .

**Tabel 3.** Hasil uji organoleptik mutu hedonik yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih berdasarkan lama penyimpanan

Kelompok	Kriteria (Mean±SD)			
	Penampakan	Aroma	Rasa	Warna
P0	3,40±0,60 <sup>a</sup>	3,65±0,49 <sup>a</sup>	3,65±0,49 <sup>a</sup>	3,75±0,44 <sup>a</sup>
P1	3,51±0,61 <sup>a</sup>	3,80±0,41 <sup>ab</sup>	3,70±0,47 <sup>a</sup>	3,75±0,44 <sup>a</sup>
P2	3,60±0,50 <sup>a</sup>	3,95±0,39 <sup>b</sup>	3,95±0,51 <sup>ab</sup>	3,80±0,41 <sup>a</sup>
P3	4,10±0,55 <sup>b</sup>	4,20±0,55 <sup>bc</sup>	4,55±0,59 <sup>bc</sup>	3,75±0,44 <sup>a</sup>
P4	4,40±0,50 <sup>b</sup>	4,55±0,51 <sup>c</sup>	4,85±0,51 <sup>c</sup>	3,70±0,47 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> notasi berbeda antar kelompok perlakuan memiliki nilai  $p < 0,05$ .

**Tabel 4.** Perhitungan uji Tukey nilai pH

Kelompok	Rata-Rata Nilai pH
P0	4,75±0,13 <sup>a</sup>
P1	4,52±0,09 <sup>ab</sup>
P2	4,40±0,08 <sup>bc</sup>
P3	4,20±0,14 <sup>cd</sup>
P4	4,12±0,09 <sup>d</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> notasi berbeda antar kelompok perlakuan memiliki nilai  $p < 0,05$ .

**Tabel 5.** Perhitungan uji Tukey jumlah cemaran coliform

Kelompok	Rata-Rata Jumlah Cemaran Coliform (APM/g)
P0	0,00±0,00 <sup>a</sup>
P1	5,25±1,50 <sup>b</sup>
P2	7,75±1,22 <sup>bc</sup>
P3	9,00±0,63 <sup>bc</sup>
P4	11,75±2,99 <sup>c</sup>

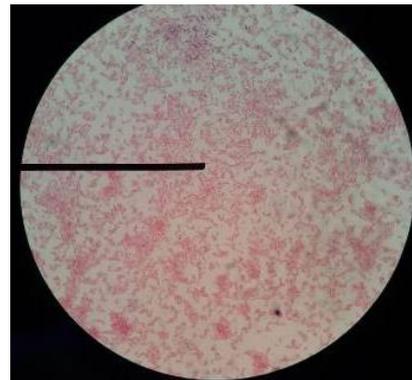
<sup>a,b,c</sup> notasi berbeda antar kelompok perlakuan memiliki nilai  $p < 0,05$ .

**Tabel 6.** Kesimpulan hasil uji cemaran *Salmonella sp.*

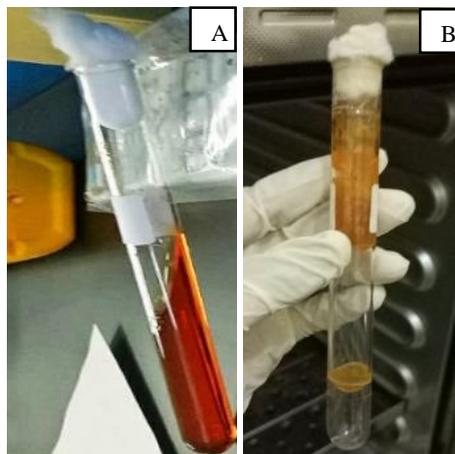
Kode Sampel	SSA		Pewarnaan Gram		TSIA			
	Laktosa	H <sub>2</sub> S	Bentuk	Gram	Slant	Butt	H <sub>2</sub> S	Gas
P0- 1	-	-	-	-	-	-	-	-
P0- 2	-	-	-	-	-	-	-	-
P0- 3	-	-	-	-	-	-	-	-
P0- 4	-	-	-	-	-	-	-	-
P1- 1	-	-	-	-	-	-	-	-
P1- 2	-	-	-	-	-	-	-	-
P1- 3	-	-	-	-	-	-	-	-
P1- 4	-	-	-	-	-	-	-	-
P2- 1	-	-	-	-	-	-	-	-
P2- 2	-	-	-	-	-	-	-	-
P2- 3	-	-	-	-	-	-	-	-
P2- 4	-	-	-	-	-	-	-	-
P3- 1	-	-	-	-	-	-	-	-
P3- 2	-	-	-	-	-	-	-	-
P3- 3	-	-	-	-	-	-	-	-
P3- 4	-	-	-	-	-	-	-	-
P4- 1	-	-	-	-	-	-	-	-
P4- 2	Positif	Negatif	Basil	Negatif	Asam	Asam	Negatif	Positif
P4- 3	-	-	-	-	-	-	-	-
P4- 4	-	-	-	-	-	-	-	-



**Gambar 1.** Koloni bakteri yang tumbuh pada media *Salmonella Shigella Agar* (SSA).



**Gambar 2.** Pewarnaan gram bakteri perbesaran 1000x.



**Gambar 3.** Hasil uji biokimia pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA). Keterangan: (A) sebelum inokulasi dan (B) setelah inokulasi.

penyimpanan minggu ke-3, panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,20. Nilai ini berada diantara skala 3 dan 4 dengan kecenderungan mendekati skala 3. Hal ini memiliki arti bahwa panelis semi terlatih memberikan derajat kesukaan rasa yang “biasa” pada yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-3. Pada penyimpanan minggu ke-4, panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 2,90. Nilai ini berada diantara skala 2 dan 3 dengan kecenderungan mendekati skala 3. Hal ini memiliki arti bahwa panelis semi terlatih memberikan derajat kesukaan rasa yang “biasa” pada yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-4.

Hasil untuk kriteria aroma pada lama penyimpanan minggu ke-0 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 4,30 dan pada lama penyimpanan minggu ke-1 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 4,05. Nilai ini berada diantara skala 4 dan 5 dengan kecenderungan mendekati skala 4. Hal ini memiliki arti bahwa panelis semi terlatih memberikan derajat kesukaan aroma yang “suka” pada yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-0 dan minggu ke-1. Pada penyimpanan minggu ke-2, panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,70. Nilai ini berada diantara skala 3 dan 4 dengan kecenderungan mendekati skala 4. Hal ini memiliki arti bahwa panelis semi terlatih memberikan derajat kesukaan penampakan yang “suka” pada yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-2. Pada penyimpanan minggu ke-3 panelis semi terlatih memberikan penilaian dengan rata-rata 3,35 dan penyimpanan minggu ke-4 panelis semi terlatih memberikan penilaian dengan rata-rata 3,20. Nilai ini berada diantara skala 3 dan 4 dengan kecenderungan mendekati skala 3. Hal ini memiliki arti bahwa panelis semi terlatih memberikan derajat kesukaan aroma yang “biasa” pada yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-3 dan minggu ke-4.

Hasil untuk kriteria warna pada lama penyimpanan minggu ke-0 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,85, lama penyimpanan minggu ke-1 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,70, lama penyimpanan minggu ke-2 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,75, lama penyimpanan minggu ke-3 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,85, dan penyimpanan minggu ke-4 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,70. Nilai ini berada diantara skala 3 dan 4 dengan kecenderungan mendekati skala 4. Hal ini memiliki arti bahwa panelis semi terlatih memberikan derajat kesukaan warna yang “suka” pada yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-0, minggu ke-1, minggu ke-2, minggu ke-3, dan minggu ke-4.

Hasil pengujian organoleptik dengan metode mutu hedonik dapat dibaca secara statistik dan arti skor. Hasil uji statistika terhadap skoring yang diperoleh dari panelis semi terlatih terdapat perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ) lama penyimpanan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih terhadap kriteria penampakan, rasa, dan aroma. Sementara itu, tidak terdapat perbedaan signifikan ( $p > 0,05$ ) lama penyimpanan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih terhadap kriteria warna (Tabel 3).

Pembacaan hasil uji organoleptik dengan metode mutu hedonik, yaitu dengan melihat arti skor (Haskito *et al.*, 2019). Dari data hasil pengujian pada Tabel 3, hasil untuk kriteria penampakan pada lama penyimpanan minggu ke-0, panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,40. Nilai ini berada diantara skala 3 dan 4 dengan kecenderungan mendekati skala 3. Hal ini menunjukkan derajat kecenderungan panelis semi terlatih di “agak kental-padat” pada penampakan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-0. Pada lama penyimpanan minggu ke-1 panelis semi terlatih memberikan penilaian dengan rata-rata 3,51 dan pada lama penyimpanan minggu ke-2 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,60. Nilai ini berada diantara skala 3 dan 4 dengan kecenderungan mendekati

skala 4. Hal ini menunjukkan derajat kecenderungan panelis semi terlatih di “kental-padat” pada penampakan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-1 dan minggu ke-2. Pada lama penyimpanan minggu ke-3 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 4,10 dan pada lama penyimpanan minggu ke-4 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 4,40. Nilai ini berada diantara skala 4 dan 5 dengan kecenderungan mendekati skala 4. Nilai tersebut menunjukkan derajat kecenderungan panelis semi terlatih di “kental-padat” pada penampakan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-3 dan minggu ke-4.

Hasil untuk kriteria rasa pada lama penyimpanan minggu ke-0 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,65, lama penyimpanan minggu ke-1 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,70, dan lama penyimpanan minggu ke-2 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,95. Nilai ini berada diantara skala 3 dan 4 dengan kecenderungan mendekati skala 4. Hal ini menunjukkan derajat kecenderungan panelis semi terlatih di “asam” pada rasa yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-0, minggu ke-1, dan minggu ke-2. Pada lama penyimpanan minggu ke-3 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 4,55 dan lama penyimpanan minggu ke-4 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 4,85. Nilai ini berada diantara skala 4 dan 5 dengan kecenderungan mendekati skala 5. Hal ini menunjukkan derajat kecenderungan panelis di “sangat asam” pada rasa yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-3 dan minggu ke-4.

Hasil untuk kriteria aroma pada lama penyimpanan minggu ke-0 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,65, lama penyimpanan minggu ke-1 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,80, dan lama penyimpanan minggu ke-2 panelis semi terlatih memberikan penilaian rata-rata 3,95. Nilai ini berada diantara skala 3 dan 4 dengan kecenderungan mendekati skala 4. Hal ini

menunjukkan derajat kecenderungan panelis semi terlatih di “beraroma asam khas yoghurt” pada aroma yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-0, minggu ke-1, dan minggu ke-2. Pada lama penyimpanan minggu ke-3 panelis semi terlatih memberikan penilaian dengan rata-rata 4,20. Nilai ini berada diantara skala 4 dan 5 dengan kecenderungan mendekati skala 4. Hal ini menunjukkan derajat kecenderungan panelis semi terlatih di “beraroma asam khas yoghurt” pada aroma yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-3. Pada lama penyimpanan minggu ke-4 panelis semi terlatih memberikan penilaian dengan rata-rata 4,55. Nilai ini berada diantara skala 4 dan 5 dengan kecenderungan mendekati skala 5. Hal ini menunjukkan derajat kecenderungan panelis semi terlatih di “sangat beraroma asam khas yoghurt” pada aroma yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-4.

Hasil untuk kriteria warna Pada lama penyimpanan minggu ke-0 panelis semi terlatih memberikan rata-rata penilaian 3,75, lama penyimpanan minggu ke-1 panelis semi terlatih memberikan rata-rata penilaian 3,75, lama penyimpanan minggu ke-2 panelis semi terlatih memberikan rata-rata penilaian 3,80, lama penyimpanan minggu ke-3 panelis semi terlatih memberikan rata-rata penilaian 3,75, dan lama penyimpanan minggu ke-4 panelis semi terlatih memberikan rata-rata penilaian 3,80. Nilai ini berada diantara skala 3 dan 4 dengan kecenderungan mendekati skala 4. Hal ini menunjukkan derajat kecenderungan panelis semi terlatih di “putih kekuningan” pada warna yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih yang disimpan pada minggu ke-0, minggu ke-1, minggu ke-2, minggu ke-3, dan minggu ke-4.

Kriteria penampakan dapat diartikan sebagai kekentalan yoghurt. Perbedaan penampakan ini didasarkan pada lama penyimpanan, dikarenakan semakin lama yoghurt disimpan, maka BAL akan terus memfermentasi laktosa yang menghasilkan produk akhir berupa asam laktat (Setianto *et al.*, 2014), semakin banyak asam laktat yang

terbentuk seiring lama penyimpanan, yang menyebabkan terbentuknya koagulan kasein yang semakin kental seiring lama penyimpanan. Hasil uji Kruskal-Wallis pada kriteria penampakan saat uji organoleptik dengan metode hedonik dan mutu hedonik menunjukkan nilai  $p < 0.05$ , yang memiliki arti terdapat perbedaan signifikan antar kelompok perlakuan. Pada hasil uji hedonik dengan kriteria penampakan dapat diketahui bahwa semakin lama masa penyimpanan yoghurt, maka rata-rata tingkat kesukaan panelis semi terlatih terhadap penampakan yoghurt terus menurun dikarenakan yoghurt semakin kental seiring dengan lama penyimpanan. Hal ini sejalan dengan uji organoleptik dengan metode mutu hedonik, dimana rata-rata panelis semi terlatih memberikan penilaian kekentalan yoghurt terus meningkat seiring dengan lama penyimpanan.

Penilaian aroma menggunakan alat indera penciuman dengan menangkap senyawa volatil atau senyawa yang mudah menguap yang terdapat pada produk. Aroma yoghurt ini dipengaruhi oleh senyawa yang terdapat didalam yoghurt, yaitu senyawa asam laktat, asam asetat, diasetil, asetaldehida, dan asam lainnya. Senyawa ini terbentuk akibat adanya fermentasi oleh BAL (Lindasari *et al.*, 2013). Senyawa asam tersebut yang juga menyebabkan rasa yoghurt menjadi asam. Papilla pengecap untuk rasa asam, yaitu foliate papilla. Penambahan tepung bekatul beras putih ini bertujuan untuk menutupi bau prengus yang berasal dari susu kambing. Selain itu, serat pangan yang terdapat didalam tepung bekatul beras putih berperan sebagai prebiotik yang berfungsi untuk menunjang pertumbuhan BAL (Kusharto, 2006), dimana seiring dengan lamanya waktu penyimpanan, BAL terus memfermentasi laktosa yang terkandung didalam yoghurt yang menghasilkan produk akhir berupa senyawa asam, seperti asam laktat, asam asetat, diasetil, dan asetaldehida, sehingga semakin lama penyimpanan yoghurt, maka aroma dan rasa asam yang ditimbulkan cenderung lebih kuat (Layadi *et al.*, 2009). Syarat mutu yoghurt didalam SNI 2981.2009 mengatakan bahwa rasa yoghurt, yaitu asam dan memiliki aroma asam khas yoghurt. Rata-rata panelis semi terlatih memberikan penilaian aroma dan rasa terus mengalami

peningkatan keasaman seiring dengan lama penyimpanan, hal ini pula yang menyebabkan tingkat kesukaan panelis terhadap rasa dan aroma yoghurt terus menurun, dikarenakan yoghurt semakin asam seiring dengan lama penyimpanan. Hasil analisis pada kriteria aroma dan rasa saat uji organoleptik dengan metode hedonik dan mutu hedonik menunjukkan nilai  $p < 0,05$  yang berarti terdapat perbedaan signifikan antar kelompok perlakuan.

Warna dari yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih, yaitu putih kekuningan. Yoghurt plain adalah yoghurt tanpa penambahan flavor ataupun pemanis lain. Yoghurt plain memiliki warna putih kekuningan, putih terang, hingga putih keruh dikarenakan adanya pigmen karoten dan riboflavin yang terdapat pada susu, dimana karoten ini terkandung pada lemak susu dan riboflavin terkandung pada whey susu (Rohman dan Maharani, 2020). Selain itu, riboflavin juga terdapat didalam bekatul beras putih dengan kadar 0,27-0,32 mg/100g (Claudia *et al.*, 2021). Bekatul beras putih adalah lapisan luar beras putih yang terletak diantara bulir beras dan kulit padi yang memiliki warna cokelat kekuningan, sehingga penambahan tepung bekatul beras putih ini juga menambah warna kekuningan pada yoghurt. Hasil dari penelitian ini dapat diketahui tidak ada perbedaan signifikan pada lama penyimpanan terhadap warna yoghurt (Layadi *et al.*, 2009). Penilaian rata-rata panelis semi terlatih pada saat uji organoleptik dengan metode hedonik dan mutu hedonik terhadap kriteria warna tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok perlakuan ( $p > 0,05$ ).

Berdasarkan hasil uji organoleptik dengan metode hedonik dan mutu hedonik, didapatkan informasi bahwa masa simpan maksimal yang dianjurkan untuk mengkonsumsi yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih adalah pada minggu ke-2, dikarenakan pada hasil uji organoleptik dengan metode hedonik tingkat kesukaan panelis semi terlatih, yaitu "suka" pada yoghurt di minggu ke-0, 1, dan 2, namun pada minggu ke-3 dan ke-4 terdapat penurunan penerimaan oleh panelis semi terlatih, yaitu tingkat kesukaan "biasa" pada yoghurt. Hasil uji organoleptik dengan metode mutu hedonik pada

minggu ke-3 dan ke-4, panelis semi terlatih memberikan penilaian rasa yoghurt berubah menjadi sangat asam serta pada minggu ke-4 terjadi perubahan aroma yoghurt menjadi sangat beraroma asam khas yoghurt.

Penambahan bekatul beras putih akan menambah kandungan karbohidrat pada yoghurt, sehingga BAL yang dihasilkan lebih banyak dan proses fermentasi dapat berjalan lebih optimal (Rukmi *et al.*, 2020). Viabilitas BAL yang dimiliki semakin banyak, maka akan mengakibatkan produksi asam laktat semakin tinggi. Asam laktat akan terakumulasi, sehingga menyebabkan peningkatan tingkat keasaman dan menurunkan nilai pH. Nilai pH juga dapat dipengaruhi oleh lama masa penyimpanan, semakin lama yoghurt disimpan maka proses fermentasi terus berjalan, sehingga BAL akan terus memanfaatkan laktosa untuk menghasilkan asam laktat, yang menyebabkan tingkat keasaman yoghurt semakin lama semakin asam dan nilai pH semakin turun (Oktavia *et al.*, 2015). Hasil data dari perlakuan menggunakan uji *OneWay* ANOVA didapatkan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap nilai pH setiap minggunya, maka dilanjutkan dengan Uji Tukey dan didapatkan nilai pH mengalami peningkatan signifikan setiap dua minggunya (Tabel 4).

Terjadinya penurunan nilai pH secara lambat pada setiap minggunya karena yoghurt susu kambing bekatul beras putih memiliki total BAL dan kandungan karbohidrat yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras merah maupun tepung bekatul beras hitam. Kandungan karbohidrat, yaitu polisakarida yang sedikit dapat menyebabkan produksi asam laktat sedikit dan peningkatan tingkat keasaman lambat pada setiap minggu terhadap minggu sebelumnya. Yoghurt mengalami akumulasi tingkat keasaman yang menyebabkan terjadinya penurunan nilai pH secara cepat pada setiap dua minggunya. Hal ini didukung dengan pendapat menurut Rukmi *et al.*, (2020) penurunan nilai pH terjadi karena adanya tingkat keasaman yoghurt yang meningkat. Selama masa penyimpanan proses fermentasi masih terjadi yang ditandai dengan adanya peningkatan jumlah asam laktat. Bakteri Asam

Laktat (BAL) akan mengeksresikan asam laktat dari sel, asam laktat yang tereksresi akan terakumulasi pada yoghurt dan mengakibatkan terjadinya penurunan nilai pH pada setiap minggunya.

Hasil rata-rata nilai pH yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih hingga minggu ke-4 memiliki nilai pH sebesar 4,12, yang menunjukkan bahwa yoghurt masih layak untuk dikonsumsi hingga minggu ke-4 jika berdasarkan parameter nilai pH. Menurut SNI 2981.2009, pH normal untuk yoghurt sebesar 4 hingga 5.

Peningkatan jumlah cemaran coliform dapat terjadi akibat masa penyimpanan yoghurt yang semakin lama. Semakin lama masa penyimpanan yoghurt, maka jumlah karbohidrat yang digunakan semakin habis dan mengakibatkan viabilitas BAL menurun. Viabilitas BAL yang menurun akan menyebabkan produksi senyawa bakteriosin yang berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri juga menurun dan mengakibatkan jumlah cemaran coliform meningkat (Asriyani, 2012). Hasil data dari perlakuan menggunakan uji *OneWay* ANOVA didapatkan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap jumlah cemaran coliform setiap minggunya, sehingga untuk mengetahui pada minggu seberapa terjadi peningkatan secara signifikan, dilakukan analisa data dengan menggunakan uji Tukey. Hasil uji Tukey menunjukkan jumlah cemaran coliform terjadi peningkatan signifikan pada minggu ke-1 terhadap minggu ke-0 (Tabel 5).

Belum terdeteksi adanya cemaran coliform pada minggu ke-0 karena pada saat proses pasteurisasi seluruh mikroorganisme pada yoghurt akan mati, terkecuali sel vegetatif bakteri coliform hanya mengalami inaktivasi enzim. Pada uji jumlah cemaran coliform dengan metode MPN, bakteri coliform akan memfermentasi laktosa pada media LSTB, sehingga menimbulkan gas CO<sub>2</sub> pada tabung Durham, namun karena pada proses fermentasi membutuhkan enzim, sementara enzim sel vegetatif masih bersifat inaktif, menyebabkan proses fermentasi tidak dapat terjadi dan gas CO<sub>2</sub> tidak muncul (Jay *et al.*, 2005). Susu yang

digunakan merupakan potensi terbesar timbulnya cemaran coliform, hal ini dikarenakan adanya cemaran coliform pada susu diperbolehkan dengan batas maksimal menurut SNI 7388.2009 adalah  $2 \times 10^1$  APM/ml, sementara setelah susu dipasteurisasi adanya cemaran coliform ditoleransi dengan batas sebanyak 10 APM/ml.

Terjadi peningkatan jumlah cemaran coliform secara cepat pada minggu ke-1 karena sel vegetatif sudah beradaptasi terhadap lingkungan barunya, sehingga sel vegetatif yang semula inaktif menjadi aktif. Sel tersebut akan mulai tumbuh menjadi bakteri coliform dan terus bereplikasi, namun pada minggu ini BAL masih pada fase adaptasi dan belum menghasilkan senyawa bakteriosin, sehingga pertumbuhan BAL masih lambat. Bakteri Aam Laktat (BAL) belum dapat menghambat pertumbuhan bakteri coliform (Mardalena, 2016). Menurut Melia *et al.*, (2018) bakteriosin baru diproduksi pada fase eksponensial hingga fase stationer. Adapun dengan dilakukan penyimpanan pada suhu 4°C merupakan suhu yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri coliform.

Peningkatan terjadi secara lambat pada minggu ke-2, ke-3, dan ke-4 karena BAL memasuki fase eksponensial hingga fase stationer, yaitu fase terbentuknya senyawa bakteriosin. Pada fase stationer secara bersamaan BAL mengalami pertumbuhan dan penurunan viabilitas. Terjadi penurunan viabilitas BAL karena jumlah substrat yang terus menurun, menyebabkan produksi senyawa bakteriosin sedikit. Senyawa bakteriosin yang sedikit akan menghambat pertumbuhan bakteri coliform secara lambat setiap minggunya (Melia *et al.*, 2018) Hasil rata-rata jumlah cemaran coliform pada yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih layak untuk dikonsumsi hingga minggu ke-3 dengan nilai rata-rata sebesar 9,00 APM/g. Berdasarkan SNI 2981.2009, batas maksimal jumlah cemaran coliform pada yoghurt sebesar 10 APM/g.

Pengujian *Salmonella sp.* pada media SSA di minggu ke-4 (pada sampel pengulangan nomor 2 saja), bakteri yang tumbuh memiliki morfologi bentuk koloni bulat (circular), tepi koloni rata (*entire*), elevasinya permukaan melengkung

(*convex*), dan koloni berwarna merah muda. Menurut Aini (2018), komponen utama pada media SSA yang memiliki peran dalam selektivitasnya, yaitu pepton, laktosa, *ferric citrate*, garam empedu, dan indikator *neutral red*.

Mengingat koloni bakteri yang didapat pada media SSA berwarna merah muda (Gambar 1), maka dapat diperkirakan bakteri yang tumbuh bukan dari genus *Salmonella*. Menurut Aini (2018), *Escherichia coli* dapat tumbuh pada media SSA dengan membentuk koloni berwarna merah muda dikarenakan bakteri ini mampu memfermentasi laktosa. Jika bakteri mampu memfermentasi laktosa, maka akan menghasilkan suasana asam, sehingga mengubah indikator *neutral red* yang ada pada media SSA menjadi merah muda. *E. coli* adalah bakteri Gram negatif berbentuk basil atau batang, mempunyai ukuran antara 1-1,5  $\mu\text{m}$  x 2-6  $\mu\text{m}$ , bersifat fakultatif anaerob, motil dengan flagel, dan dapat tahan pada media yang minim nutrisi (Rahayu *et al.*, 2018).

Pada dasarnya, media SSA adalah media selektif untuk bakteri *Salmonella sp.* dan *Shigella sp.* namun media SSA akan menghambat pertumbuhan beberapa genus *Shigella*, seperti *S. sonnei* dan *S. dysenteriae*, sehingga tidak direkomendasikan untuk isolasi primer *Shigella sp.* (Dalynn, 2014). Media SSA mengandung garam empedu dan *brilliant green* yang dapat menghambat adanya pertumbuhan bakteri Gram positif dan sejumlah bakteri Gram negatif lainnya (Ryan *et al.*, 2004). Menurut Dalynn (2014) dan Merck (2008), *E. coli* masih dapat tumbuh pada media SSA, dimana bakteri ini akan membentuk koloni berwarna merah muda pada media SSA, namun hanya sebagian (*partially growth*), sehingga tidak dapat dijadikan sebagai media isolasi primer.

Pada saat pewarnaan Gram, bakteri dilihat dibawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 1000x menggunakan minyak emersi, dimana minyak emersi ini memiliki fungsi untuk melindungi lensa objektif dan meningkatkan daya resolusi mikroskop (Jay *et al.*, 2005). Terlihat dibawah mikroskop cahaya, yaitu bakteri berbentuk batang dan memiliki warna merah, sehingga dapat dipastikan bakteri tersebut adalah

bakteri Gram negatif (Gambar 2). Menurut Ryan *et al.* (2004), bakteri Gram negatif mempunyai dinding sel yang tersusun atas lipopolisakarida, sehingga tidak mampu mempertahankan zat warna primer saat dicuci menggunakan alkohol, akibatnya kelompok bakteri ini akan terlihat warna merah akibat dari zat warna sekunder, yaitu safranin.

Hasil uji biokimia pada media TSIA setelah diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam menunjukkan terjadinya perubahan warna menjadi warna kuning pada medium tegak (*butt*) yang menandakan bakteri memfermentasi glukosa dan warna kuning pada medium miring (*slant*) yang menandakan bakteri memfermentasi sukrosa dan laktosa, menghasilkan gas ditandai dengan terangkatnya media dari bawah tabung, namun tidak membentuk H<sub>2</sub>S dikarenakan tidak adanya endapan berwarna hitam. Menurut Saidah dan Susilawati (2018), interpretasi tersebut menandakan isolat bakteri yang ditanam pada media TSIA adalah *E. coli*. Hasil dari pengamatan pada uji TSIA, *E. coli* akan menunjukkan hasil A/A (asam/asam), terbentuknya gas, serta tidak ada pembentukan H<sub>2</sub>S. Warna kuning pada keseluruhan media TSIA dikarenakan *E. coli* pada media tersebut mampu memfermentasikan glukosa, sukrosa, dan laktosa. Pada saat bakteri memfermentasi gula tersebut, maka medium berada dalam suasana asam, sehingga mengubah indikator *phenol red* menjadi warna kuning, sebaliknya apabila tidak terjadi fermentasi maka indikator ini akan terlihat warna merah (basa). Gas positif berasal dari metabolisme *E. coli* saat memfermentasi karbohidrat, dikatakan positif apabila ditandai dengan terdapatnya celah pada media, media pecah atau media terangkat dari bagian bawah tabung reaksi (Gambar 3).

Berdasarkan Tabel 6, pengujian cemaran *Salmonella sp.* pada yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih dengan menggunakan media SSA, TSIA, serta pewarnaan Gram, bakteri yang tumbuh hanya pada lama penyimpanan minggu ke-4, pada sampel pengulangan nomor 2. Koloni bakteri yang tumbuh pada media SSA merupakan bakteri yang dapat memfermentasi laktosa, namun tidak menghasilkan H<sub>2</sub>S. Pada pewarnaan Gram,

bakteri yang tumbuh merupakan bakteri gram negatif berbentuk basil. Pada pengujian media TSIA, bagian *butt* dan *slant* terkonfirmasi dalam suasana asam, hal ini memiliki arti bakteri menghasilkan gas namun tidak menghasilkan H<sub>2</sub>S. Berdasarkan pengujian pada media SSA, pewarnaan Gram, dan media TSIA dapat diketahui bahwa bakteri yang tumbuh pada sampel pengulangan nomor 2 tersebut adalah bakteri *E. coli* bukan *Salmonella sp.*

Dilihat dari SNI 2981.2009, cemaran *Salmonella sp.* harus negatif. Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2019 tentang Kriteria Mikrobiologi dalam Pangan Olahan Produk Susu dan Analognya, termasuk yoghurt yang layak dikonsumsi oleh masyarakat harus negatif *Salmonella sp.* Bakteri patogen ini menyebabkan *Foodborne Disease* yaitu penyakit yang disebabkan oleh pangan (Badan Pengawasan Obat dan Makanan, 2012). *Salmonella sp.* menyerang saluran gastrointestinal. Genus *Salmonella* yang biasanya terdapat didalam yoghurt adalah *S. enterica* dengan beberapa serotipe, misalnya *S. typhi* dan *S. typhimurium*. Serotipe *S. typhi* dapat menyebabkan demam tifoid. Pada sejumlah kecil penderita demam tifoid yang telah sembuh, akan tetap menyimpan bakteri *S. typhi* pada kantung empedu dan usus, yang kemudian dikenal dengan *thypoid carrier*. *Thypoid carrier* mampu menularkan pada orang lain dengan cara mengekskresikan bakteri melalui tinja.

Pada penelitian ini tidak terdapat bakteri *Salmonella sp.* dikarenakan bahan baku susu yang digunakan dalam pembuatan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih ini didapatkan dari peternakan kambing perah yang menerapkan *Good Dairy Farming Practice* (GDFFP) serta memperhatikan hygiene dan sanitasi yang baik, sehingga memperkecil bahkan meniadakan peluang *Salmonella sp.* mengkontaminasi produk susu. Selain itu, susu yang dijadikan bahan baku sudah dilakukan pasteurisasi dan disimpan pada suhu 4°C, dimana suhu ini merupakan suhu yang baik untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Apabila disimpan pada suhu >4°C, maka akan terfasilitasi faktor pertumbuhan *Salmonella sp.*

karena mampu tumbuh di temperatur 5°C sampai dengan 45°C (Pratiwi, 2017; Nagendra *et al.*, 2011). Dengan kata lain, bakteri yang tumbuh pada media SSA yang berasal dari sampel dengan lama penyimpanan minggu ke-4 di sampel pengulangan nomor 2 diprediksi berasal dari lingkungan, hal ini dikarenakan higiene sudah terkontrol dari segi penerimaan bahan baku, sterilisasi alat, pasteurisasi susu, kontrol penyimpanan pada suhu 4°C, dan personal hygiene yang baik pada saat pengujian, sehingga diprediksikan titik kritis *E. coli* yang tumbuh ini berasal dari lingkungan pada kulkas dan diikuti dengan kelemahan pada kemasan yang diprediksi terdapat pergeseran ataupun perubahan kondisi kemasan, yaitu tutup botol ulir tidak rapat, sehingga menjadikan *portal of entry*.

### KESIMPULAN

Lama penyimpanan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih sangat berpengaruh terhadap beberapa karakteristik fisik organoleptik hedonik dan mutu hedonik, meliputi kriteria penampakan, rasa, dan aroma. Pada nilai pH terjadi penurunan secara cepat setiap dua minggunya. Jumlah cemaran coliform terjadi peningkatan yang cukup tinggi pada lama penyimpanan minggu ke-4. Lama penyimpanan yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih tidak berpengaruh terhadap kriteria warna dan adanya cemaran *Salmonella sp.* Lama penyimpanan maksimal yang dianjurkan untuk mengkonsumsi yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih adalah selama dua minggu, hal ini berdasarkan penurunan kesukaan panelis, perubahan pada aroma, serta rasa yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih menjadi sangat asam dimulai pada minggu ke-3, kemudian berdasarkan jumlah cemaran coliform, yoghurt susu kambing fortifikasi tepung bekatul beras putih dapat dikonsumsi hingga lama penyimpanan minggu ke-3, karena batas maksimal jumlah cemaran coliform pada yoghurt berdasarkan SNI 2981.2009 sebesar 10 APM/g.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya (FMIPA UB) atas pemberian dana Hibah Guru Besar Tahun 2021, juga kepada Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Brawijaya (FKH UB) sebagai fasilitator lokasi dilakukannya penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aini, F. (2018). Isolasi dan Identifikasi *Shigella sp.* Penyebab Diare pada Balita. *Jurnal Bio-Site Biologi dan Sains Terapan*, 4(1), 7-12.
- Asriyani, R. (2012). Umur Simpan Yoghurt Simbiotik dengan Variasi Bahan Kemasan dan Suhu Penyimpanan. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB University. Hal: 32-45.
- Badan Pengawasan Obat dan Makanan. (2012). Pedoman Kriteria Cemaran pada Pangan Siap Saji dan Pangan Industri Rumah Tangga. Direktorat Standarisasi Produk Pangan. Deputy Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. Hal: 6-31.
- Claudia, F. S., Pranata, & Swasti, Y. R. (2021). Manfaat Bekatul Beras Putih dan Angkak dalam Pembuatan Cookies dan Roti. *Muhammadiyah Journal of Nutrition and Food Science*, 2(1), 43-57.
- Dalynn. (2014). SS-Agar for In Vitro Use Only. Catalogue No. PS66 Calgary Canada, pp: 1-2.
- Rohman, E., & Maharani, S. (2020). Peranan Warna, Viskositas, dan Sineresis terhadap Produk Yoghurt. *Edufortech*, 5(2), 97-107.
- Esa, N. M., Ling, T. B., & Peng, L. S. (2013). By-products of Rice Processing: An Overview

- of Health Benefits and Applications. *Journal of Rice Research*, 1(1), 1-11.
- Freshinta, J. W. (2016). Deteksi Cemar *Salmonella sp.* pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Pasar Ikan Sidoarjo. *Jurnal Kajian Veteriner*, 5(1), 1-10.
- Haskito, A. E. P., Setianingrum, A., Dameanti, F. N. A. E. P., & Fatmawati, M. (2019). Organoleptic Properties Evaluation of Goat Milk Yoghurt with White Rice Bran Flour Fortification. Proceedings of the 6th International Conference on Advanced Molecular Bioscience and Biomedical Engineering (ICAMBBE 2019). Bio-Prospecting Natural Biological Compounds for Seeds Vaccine and Drug Discovery, pp: 117-121.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). Modern Food Microbiology Seventh Edition. Food Science Text Series. pp: 59-70.
- Kusharto, C. M. (2006). Serat Makanan dan Perannya bagi Kesehatan. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 1(2), 45-54.
- Layadi, N., Sedyandini, P., Aylianawati, & Soetaredjo, F. E. (2009). Pengaruh Waktu Simpan terhadap Kualitas Soyghurt dengan Penambahan Gula dan Stabiliser. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*, 8(1), 1-11.
- Lindasari, F., Maheswari, R. R. A., Atabany, A., & Soenarno, M. S. (2013). Karakteristik Yoghurt Probiotik Ekstrak Kayu Manis dari Susu Kambing Hasil Pemberian Pakan Campuran Garam Karboksilat Kering. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 1(2), 80-87.
- Mardalena. (2016). Fase Pertumbuhan Isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) Tempoyak Asal Jambi yang Disimpan Pada Suhu Kamar. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 11(1), 58-66.
- Melia, S., Purwati, E., Yuherman, Juliyarsi, I., Ferawati, & Purwanto, H. (2018). Susu Potensi Pangan Probiotik. Andalas University Press, pp: 1-81.
- Merck. (2008). SS Agar (Salmonella Shigella Agar) for the Isolation of Salmonellae and Shigellae from Faeces and Other Materials. Merck Microbiology Manual 12th Edition Germany. pp: 1-2.
- Nagendra, P. M. N., Sanjay, K. R., Shrivya, K. M., Vismaya, M. N., & Nanjunda, S. S. (2011). Health Benefits of Rice Bran - A Review. *Journal of Nutrition and Food Science*, 1(3), 1-7.
- Oktavia, H. M., Kusumawati, N., & Kuswardani, I. (2015). Pengaruh Lama Penyimpanan selama Distribusi dan Pemasaran terhadap Viabilitas Bakteri Asam Laktat dan Tingkat Keasaman pada Yoghurt Murbei Hitam (*Morus nigra L.*). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 14(1), 22-30.
- Pratiwi, R. T. (2017). Pemeriksaan Bakteri *Salmonella sp.*, pada Usus Ayam. Fakultas Farmasi. Universitas Sumatera Utara. Hal: 20-25.
- Rahayu, W. P., Nurjanah, S., & Komalasari, E. (2018). *Escherichia coli*: Patogenitas, Analisis dan Kajian Risiko. IPB Press. pp: 1-127.
- Rukmi, D. L., Wijaya, R., & Nurfitriani, R. A. (2020). Kadar Laktosa, Gula Reduksi, dan Nilai pH Yoghurt dengan Penambahan Bekatul selama 15 Hari dan Penyimpanan Refrigerasi. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 3(2), 38-43.
- Ryan, K. J., & Ray, C.G. (2004). Sherris Medical Microbiology An Introduction to Infectious Disease Fourth Edition. McGraw Hill, pp: 120-135.

- Saidah, R., & Susilawati, I. O. (2018). Deteksi Cemaran Bakteri *Escherichia coli* dalam Jaruk Tigaron pada Pasar Sungai Andai dan Pasar Lama Kota Banjarmasin. *Jurnal Bio-Site Biologi dan Sains Terapan*, 4(1), 1-40.
- SNI 2981.2009. (2009). Yoghurt. Badan Standardisasi Nasional Republik Indonesia. pp:1-60.
- SNI 3141.1.2011. (2011). Susu Segar-Bagian 1: Sapi. Badan Standardisasi Nasional Republik Indonesia. pp: 1-4.
- SNI 7388.2009. (2009). Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan. Badan Standardisasi Nasional Republik Indonesia. pp: 1-41.
- Wijaya, A. H. (2018). Uji Organoleptik dan Total Asam Titrasi Yoghurt Susu Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan Penambahan Sari Buah Stroberi (*Fragia sp.*). Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Sanata Dharma. Hal: 6-24.

\*\*\*