

**PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP PERUBAHAN PH,  
TOTALASAM, DAN VISKOSITAS SUSU SAPI TERFERMENTASI  
MENGUNAKAN SYMBIOTIC CULTURE OF BACTERIA  
AND YEAST (SCOPY)**

***THE EFFECT OF FERMENTATION DURATION ON CHANGES IN PH, TOTAL  
ACID, AND VISCOSITY OF FERMENTED COW'S MILK USING SYMBIOTIC  
CULTURE OF BACTERIA AND YEAST (SCOPY)***

**Ramadhan Diprameswara<sup>1</sup>, Ludfia Windyasmara<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo, Sukoharjo

<sup>2</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo, Sukoharjo, Indonesia

Kampus Jl. Letjen Sujono Humardani No. 1, Jombor, Sukoharjo, Jawa Tengah

\*E-mail korespondensi: [windyasmara@gmail.com](mailto:windyasmara@gmail.com)

**ABSTRAK**

Susu sapi merupakan bahan pangan dengan kandungan gizi tinggi, namun memiliki stabilitas kimia yang rendah akibat pH yang mendekati netral serta komposisi nutrisi yang kompleks. Kondisi tersebut menyebabkan susu mudah mengalami perubahan kimia, seperti penurunan pH, peningkatan keasaman, dan perubahan sifat reologi selama penyimpanan, yang berdampak pada penurunan mutu produk. Fermentasi merupakan salah satu metode pengolahan yang efektif untuk mengendalikan perubahan kimia susu melalui aktivitas mikroba yang terkontrol sehingga dapat memperbaiki dan menstabilkan karakteristik kimianya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas kimia susu sapi yang difermentasi menggunakan *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast* (SCOPY). Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan lama fermentasi, yaitu 0, 2, 4, 6, 8, dan 10 hari, masing-masing dengan tiga ulangan, pada suhu ruang ( $\pm 28$  °C). Parameter yang dianalisis meliputi pH, total asam tertitrasi, dan viskositas. Data dianalisis menggunakan analisis ragam satu arah (*one-way ANOVA*) pada taraf signifikansi 5% ( $\alpha = 0,05$ ) dan dilanjutkan dengan uji Tukey HSD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh signifikan terhadap karakteristik kimia susu sapi terfermentasi dengan SCOPY. Peningkatan lama fermentasi menyebabkan penurunan pH serta peningkatan total asam tertitrasi akibat akumulasi asam organik hasil metabolisme mikroba. Nilai viskositas menunjukkan perubahan dinamis selama fermentasi, ditandai dengan penurunan pada tahap awal fermentasi dan peningkatan pada fermentasi lanjutan yang berkaitan dengan destabilisasi protein dan terjadinya koagulasi parsial. Dengan demikian, lama fermentasi merupakan faktor penting dalam pengendalian perubahan kimia dan sifat reologi susu sapi terfermentasi menggunakan SCOPY.

**Kata Kunci:** Lama fermentasi, SCOPY, Sifat fisikokimia, Susu fermentasi, Susu sapi.

## ABSTRACT

Cow's milk is a highly nutritious food; however, it exhibits low chemical stability due to its near-neutral pH and complex nutrient composition. These conditions make milk susceptible to chemical changes during storage, including pH reduction, increased acidity, and alterations in rheological properties, which ultimately lead to quality deterioration. Fermentation is an effective processing method to control chemical changes in milk through controlled microbial activity, thereby improving and stabilizing its chemical characteristics. This study aimed to evaluate the effect of fermentation duration on the chemical quality of cow's milk fermented using Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast (SCOBY). The experiment was conducted using a completely randomized design with six fermentation durations (0, 2, 4, 6, 8, and 10 days), each with three replicates, at room temperature ( $\pm 28$  °C). The parameters analyzed included pH, total titratable acidity, and viscosity. Data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA) at a 5% significance level ( $\alpha = 0.05$ ), followed by Tukey's honestly significant difference (HSD) test. The results showed that fermentation duration had a significant effect on the chemical characteristics of SCOBY-fermented cow's milk. Increasing fermentation time resulted in a progressive decrease in pH and a significant increase in total titratable acidity due to the accumulation of organic acids produced by microbial metabolism. Viscosity exhibited dynamic changes during fermentation, characterized by a decrease at the early fermentation stage and an increase at prolonged fermentation periods, which were associated with protein destabilization and partial coagulation. Therefore, fermentation duration plays a crucial role in controlling chemical changes and rheological properties of cow's milk fermented using SCOBY.

**Keywords:** Fermentation time, SCOBY, Physicochemical properties, Fermented milk, Cow's milk.

---

## PENDAHULUAN

Susu sapi merupakan salah satu produk hasil ternak yang memiliki nilai gizi tinggi dan berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan nutrisi manusia. Susu dikenal sebagai bahan pangan dengan komposisi gizi yang relatif lengkap, mencakup protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan, pemeliharaan jaringan tubuh, serta fungsi metabolisme yang optimal. Oleh karena itu, susu sering disebut sebagai *nearly complete food* karena mampu memenuhi sebagian besar kebutuhan gizi harian manusia (Walstra *et al.*, 2005).

Meskipun memiliki kandungan gizi yang tinggi, susu sapi memiliki stabilitas kimia yang rendah. Susu segar umumnya memiliki pH mendekati netral (6,6–6,8), aktivitas air yang tinggi, serta komposisi nutrisi yang kompleks, sehingga mudah mengalami

perubahan kimia selama penyimpanan dan penanganan. Perubahan tersebut meliputi penurunan pH, peningkatan keasaman, serta perubahan sifat reologi akibat interaksi antar komponen susu, terutama protein dan lemak. Perubahan kimia ini berdampak langsung terhadap penurunan mutu susu, baik dari segi kualitas fisikokimia maupun daya simpan produk (De Kruif & Holt, 2003; Ranvir *et al.*, 2021).

Fermentasi merupakan salah satu metode pengolahan yang efektif untuk mengendalikan perubahan kimia susu melalui aktivitas mikroorganisme yang terkontrol. Proses fermentasi melibatkan konversi komponen karbohidrat, terutama laktosa, menjadi asam organik dan metabolit lainnya, sehingga menyebabkan penurunan pH dan perubahan struktur protein susu. Selain mampu memperpanjang umur simpan, fermentasi juga dapat memperbaiki karakteristik kimia susu, meningkatkan

stabilitas sistem, serta membentuk sifat reologi khas pada produk susu fermentasi (Horne, 2002; Sumarmono, 2022). Berbagai produk susu fermentasi seperti yoghurt, kefir, dan keju telah dikenal luas sebagai pangan fungsional dengan nilai tambah yang tinggi.

Seiring berkembangnya penelitian di bidang fermentasi pangan, penggunaan *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast* (SCOBY) sebagai starter fermentasi mulai banyak dikaji. SCOBY merupakan konsorsium mikroorganisme yang terdiri atas bakteri dan ragi yang hidup secara simbiotik dan umumnya digunakan dalam fermentasi kombucha. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa SCOBY memiliki potensi besar untuk diaplikasikan pada fermentasi susu karena mampu menghasilkan berbagai asam organik serta metabolit lain yang memengaruhi karakteristik kimia dan reologi produk (Kruk *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2022). Komposisi mikroorganisme dalam SCOBY umumnya didominasi oleh bakteri asam asetat dan ragi, serta dilaporkan juga mengandung bakteri asam laktat yang berperan dalam pembentukan asam laktat selama fermentasi (Laavanya *et al.*, 2021).

Penggunaan SCOBY dalam fermentasi susu dilaporkan dapat menyebabkan perubahan signifikan pada pH, total asam, dan viskositas akibat proses pengasaman dan modifikasi struktur protein susu. Perubahan tersebut sangat dipengaruhi oleh lama fermentasi, yang menentukan tingkat aktivitas mikroorganisme dan akumulasi metabolit selama proses fermentasi. Lama fermentasi yang berbeda akan menghasilkan karakteristik kimia dan sifat reologi yang berbeda pula, sehingga berpengaruh langsung terhadap mutu produk akhir (Malbasa *et al.*, 2012; Villarreal-Soto *et al.*, 2018).

Namun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih terbatas pada rentang waktu fermentasi yang relatif singkat dan lebih menekankan pada aspek sensoris atau mikrobiologis produk. Informasi mengenai dinamika perubahan kualitas kimia

dan sifat reologi susu selama fermentasi jangka panjang masih terbatas, khususnya terkait batas fermentasi yang masih menghasilkan karakteristik kimia yang stabil dan dapat diterima. Selain itu, mekanisme perubahan viskositas pada fase fermentasi lanjutan belum banyak dibahas secara mendalam dalam sistem fermentasi susu berbasis SCOBY.

Berdasarkan hal tersebut, pemilihan variasi lama fermentasi hingga 10 hari dalam penelitian ini didasarkan pada pertimbangan ilmiah untuk mengevaluasi secara komprehensif perubahan kualitas kimia susu sejak fase awal hingga fase lanjutan fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi lama fermentasi (0, 2, 4, 6, 8, dan 10 hari) terhadap perubahan pH, total asam tertitiasi, dan viskositas susu sapi yang difermentasi menggunakan SCOBY. Kebaruan penelitian ini terletak pada kajian sistematis terhadap dinamika perubahan kualitas kimia dan sifat reologi susu sapi terfermentasi SCOBY pada rentang fermentasi yang lebih panjang, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam penentuan batas fermentasi yang direkomendasikan serta mendukung pengembangan produk susu fermentasi berbasis SCOBY dengan karakteristik kimia yang lebih terkontrol.

## MATERI DAN METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi toples kaca sebagai wadah fermentasi, sendok pengaduk, gelas baker, gelas ukur, erlenmeyer, labu takar, corong gelas, spatula stainless steel, termometer, timbangan analitik, pH meter, buret dan peralatan titrasi dan viskometer sebagai alat pendukung analisis kimia.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas susu sapi segar dengan merk Greenfields sebagai bahan utama, *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*

(SCOBY) sebagai starter fermentasi berasal dari kultur kombucha aktif yang telah digunakan secara berulang dan menunjukkan kestabilan selama fermentasi, gula pasir sebagai sumber substrat bagi mikroorganisme, serta cairan SCOBY sebagai starter pendukung fermentasi.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk mengevaluasi pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas kimia susu sapi yang difermentasi menggunakan *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast* (SCOBY). Perlakuan yang digunakan berupa enam variasi lama fermentasi, yaitu 0, 2, 4, 6, 8, dan 10 hari. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga ulangan. Fermentasi dilakukan pada suhu ruang ( $\pm 28$  °C). Parameter yang diamati meliputi pH, viskositas, dan total asam tertitrasi.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas susu sapi, gula pasir, SCOBY, dan cairan fermentasi kombucha. Seluruh peralatan gelas dan wadah fermentasi dicuci bersih, dikeringkan, dan disterilkan sebelum digunakan untuk mencegah kontaminasi mikroorganisme yang tidak diinginkan. Susu sapi dipilih berdasarkan kondisi fisik yang baik dan tidak menunjukkan tanda-tanda kerusakan.

Proses Fermentasi dilakukan di Laboratorium Kimia, Biokimia dan Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo. Fermentasi dilakukan dengan mencampurkan susu sapi sebanyak 450 mL dimasukkan ke dalam setiap wadah fermentasi, kemudian ditambahkan gula pasir sebanyak 45 g sebagai sumber substrat bagi mikroorganisme. Selanjutnya, satu lembar SCOBY dan 112,5 mL cairan fermentasi kombucha ditambahkan ke

dalam campuran tersebut. Cairan kombucha digunakan sebagai starter pendukung dengan konsentrasi 25% (v/v) dari total volume larutan. Seluruh bahan dicampur secara homogen

Larutan fermentasi dimasukkan ke dalam toples kaca steril berukuran 1 liter, kemudian ditutup rapat dan disimpan pada suhu ruang ( $\pm 28$  °C). Proses fermentasi dilakukan selama 10 hari. Pengambilan sampel dilakukan pada hari ke-0 (kontrol), 2, 4, 6, 8, dan 10 untuk analisis.

Nilai pH sampel diukur menggunakan pH meter digital yang dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan buffer standar pH 7,00. Pengukuran dilakukan dengan mencelupkan elektroda ke dalam sampel susu fermentasi yang telah dihomogenkan hingga nilai stabil, kemudian dicatat sebagai pH sampel (Park *et al.*, 2017)

Viskositas sampel diukur menggunakan viskometer rotasional pada suhu ruang. Sampel susu fermentasi dihomogenkan, dimasukkan ke wadah pengukuran, kemudian viskositas dibaca setelah kondisi putaran stabil dan dilaporkan sebagai viskositas tampak (apparent viscosity) dalam satuan mPa·s.

Total asam ditentukan dengan metode titrasi menggunakan NaOH standar hingga titik akhir indikator fenolftalein (warna merah muda stabil). Sampel susu fermentasi dititrasi dan volume NaOH yang digunakan dicatat, kemudian Total Asam dinyatakan sebagai % asam laktat. Perhitungan mengikuti prinsip bahwa 1 mL NaOH 0,1 N ekuivalen dengan 0,009 g asam laktat, sebagaimana digunakan dalam metode rujukan untuk penentuan keasaman susu.

Data hasil pengukuran pH, viskositas, dan total asam susu sapi fermentasi dianalisis

menggunakan software SPSS 25.0 melalui analisis ragam satu arah (*one-way analysis of variance*). Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi lama fermentasi (0, 2, 4, 6, 8, dan 10 hari) terhadap kualitas kimia susu fermentasi. Seluruh pengujian dilakukan pada taraf signifikansi 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Apabila hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antarperlakuan, pengujian dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey HSD untuk mengidentifikasi perbedaan antar tingkat lama fermentasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data pada Tabel 1, nilai pH susu sapi terfermentasi menggunakan *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast* (SCOBY) menunjukkan kecenderungan menurun seiring bertambahnya lama fermentasi. Perlakuan P0 (tanpa fermentasi) memiliki nilai pH tertinggi, sedangkan perlakuan fermentasi (P1-P5) menunjukkan nilai pH yang lebih rendah dengan variasi antar waktu fermentasi. Penurunan pH mulai terlihat sejak tahap awal fermentasi dan berlangsung hingga fermentasi lanjutan.

Hasil analisis statistik menggunakan analisis ragam satu arah (ANOVA) menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap nilai pH susu sapi terfermentasi. Uji lanjut Tukey HSD menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan, yang ditandai dengan perbedaan huruf superskrip pada nilai rerata pH. Perlakuan P0 berbeda nyata dengan seluruh perlakuan fermentasi, sedangkan beberapa perlakuan fermentasi menunjukkan perbedaan signifikan satu sama lain, terutama pada tahap awal dan lanjutan fermentasi.

Penurunan nilai pH yang signifikan selama fermentasi mengindikasikan meningkatnya aktivitas metabolik mikroorganisme dalam SCOBY.

Mikroorganisme tersebut memanfaatkan laktosa dan gula terlarut sebagai substrat untuk menghasilkan asam organik, terutama asam laktat dan asam asetat, yang menyebabkan peningkatan konsentrasi ion hidrogen dan penurunan pH sistem fermentasi. Penurunan pH yang terjadi sejak awal fermentasi menunjukkan bahwa proses fermentasi berlangsung secara aktif sejak tahap awal. Sementara itu, kecenderungan pH yang relatif stabil pada fermentasi lanjutan mengindikasikan tercapainya keseimbangan antara laju produksi asam dan kapasitas penyangga (*buffering capacity*) protein susu.

Hasil penelitian ini sejalan dengan laporan Malbasa *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa fermentasi susu menggunakan kultur campuran berbasis SCOBY menyebabkan penurunan pH secara signifikan akibat akumulasi asam organik selama fermentasi. Villarreal-Soto *et al.* (2018) juga melaporkan bahwa aktivitas bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat dalam sistem fermentasi kombucha berperan penting dalam pembentukan asam organik yang menurunkan pH substrat. Selain itu, Horne (2002) menjelaskan bahwa penurunan pH pada sistem susu fermentasi berpengaruh terhadap kestabilan protein dan menjadi faktor kunci dalam perubahan sifat fisikokimia produk selama fermentasi.

Berdasarkan data pada Tabel 2, nilai viskositas susu sapi terfermentasi menggunakan *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast* (SCOBY) menunjukkan perubahan yang bersifat dinamis selama proses fermentasi. Perlakuan P0 (tanpa fermentasi) memiliki nilai viskositas tertinggi dibandingkan seluruh perlakuan fermentasi. Pada tahap awal fermentasi (P1 dan P2), nilai viskositas mengalami penurunan yang tajam, kemudian cenderung meningkat kembali pada fermentasi lanjutan (P3 dan P4), sebelum mengalami penurunan kembali pada perlakuan P5.

Table 1. Rerata Nilai pH Susu Fermentasi

Ulangan	Lama Fermentasi (hari)					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
1	4.77 <sup>e</sup>	4.65 <sup>d</sup>	4.26 <sup>a</sup>	4.36 <sup>b</sup>	4.25 <sup>a</sup>	4.42 <sup>c</sup>
2	4.76 <sup>e</sup>	4.65 <sup>d</sup>	4.25 <sup>a</sup>	4.34 <sup>b</sup>	4.25 <sup>a</sup>	4.43 <sup>c</sup>
3	4.76 <sup>e</sup>	4.64 <sup>d</sup>	4.25 <sup>a</sup>	4.34 <sup>b</sup>	4.25 <sup>a</sup>	4.43 <sup>c</sup>

Catatan <sup>a, b, c, d, e</sup>: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ). Keterangan kode: P0: 0 hari, P1: 3 hari, P2: 6 hari, P3: 9 hari, P4: 12 hari, dan P5: 15 hari.

Hasil analisis statistik menggunakan analisis ragam satu arah (ANOVA) menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap nilai viskositas susu sapi terfermentasi. Uji lanjut Tukey HSD menunjukkan bahwa perlakuan P0 berbeda nyata dengan seluruh perlakuan fermentasi (P1–P5), sebagaimana ditunjukkan oleh perbedaan huruf superskrip. Namun, di antara perlakuan fermentasi (P1–P5), tidak seluruhnya menunjukkan perbedaan yang signifikan, yang mengindikasikan adanya fase perubahan viskositas yang saling berdekatan selama proses fermentasi.

Penurunan viskositas yang signifikan pada tahap awal fermentasi diduga berkaitan

dengan aktivitas enzimatik mikroorganisme dalam SCOBY yang menyebabkan degradasi parsial komponen makromolekul susu, terutama protein dan struktur koloid, sehingga menurunkan kekentalan sistem. Seiring bertambahnya lama fermentasi, penurunan pH mendekati titik isoelektrik kasein menyebabkan terjadinya destabilisasi protein dan koagulasi parsial, yang mendorong pembentukan struktur gel dan meningkatkan viskositas susu fermentasi pada perlakuan P3 dan P4. Namun, pada fermentasi yang terlalu lama (P5), viskositas kembali menurun, yang diduga disebabkan oleh degradasi lanjutan matriks protein atau ketidakstabilan struktur gel akibat akumulasi asam yang berlebihan.

Tabel 2. Rerata Nilai Viskositas Susu Fermentasi

Ulangan	Lama Fermentasi (hari)					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
1	37.70 <sup>b</sup>	3.50 <sup>a</sup>	2.96 <sup>a</sup>	3.58 <sup>a</sup>	4.23 <sup>a</sup>	2.82 <sup>a</sup>
2	27.75 <sup>b</sup>	3.46 <sup>a</sup>	3.27 <sup>a</sup>	3.73 <sup>a</sup>	4.35 <sup>a</sup>	2.94 <sup>a</sup>
3	23.70 <sup>b</sup>	3.67 <sup>a</sup>	3.44 <sup>a</sup>	3.90 <sup>a</sup>	4.49 <sup>a</sup>	3.15 <sup>a</sup>

Catatan <sup>a, b</sup>: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ). Keterangan kode: P0: 0 hari, P1: 3 hari, P2: 6 hari, P3: 9 hari, P4: 12 hari, dan P5: 15 hari.

Pola perubahan viskositas ini menunjukkan bahwa lama fermentasi berperan penting dalam menentukan sifat reologi susu fermentasi berbasis SCOBY. Hasil penelitian ini sejalan dengan laporan Horne (2002) yang menyatakan bahwa perubahan viskositas pada susu fermentasi dipengaruhi oleh interaksi antara penurunan pH, denaturasi dan agregasi protein, serta kestabilan sistem koloid susu. Malbasa *et al.* (2012) juga melaporkan bahwa fermentasi susu

menggunakan inokulum kombucha menyebabkan perubahan viskositas yang bersifat dinamis, tergantung pada lama fermentasi dan aktivitas mikroorganisme selama proses fermentasi.

Berdasarkan data pada Tabel 3, nilai total asam susu sapi yang difermentasi menggunakan *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast* (SCOBY) menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya lama

fermentasi. Perlakuan P0 (tanpa fermentasi) memiliki nilai total asam terendah, sedangkan perlakuan fermentasi menunjukkan peningkatan total asam secara bertahap. Peningkatan yang lebih nyata terlihat pada fermentasi lanjutan, dengan nilai total asam tertinggi dicapai pada perlakuan P4 dan P5.

Hasil analisis statistik menggunakan analisis ragam satu arah (ANOVA) menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap nilai

total asam susu sapi terfermentasi. Uji lanjut Tukey HSD menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan, yang ditunjukkan oleh perbedaan huruf superskrip pada nilai rerata total asam. Perlakuan P0 berbeda nyata dengan seluruh perlakuan fermentasi, sementara peningkatan total asam pada tahap fermentasi menengah hingga lanjutan (P3–P5) menunjukkan perbedaan signifikan dibandingkan dengan tahap awal fermentasi.

**Tabel 3.** Rerata Nilai Total Asam Susu Fermentasi

Ulangan	Lama Fermentasi (hari)					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
1	8.53 <sup>a</sup>	10.26 <sup>b</sup>	9.86 <sup>b</sup>	14.74 <sup>c</sup>	15.19 <sup>d</sup>	17.21 <sup>d</sup>
2	8.75 <sup>a</sup>	10.00 <sup>b</sup>	10.21 <sup>b</sup>	13.81 <sup>c</sup>	19.14 <sup>d</sup>	17.79 <sup>d</sup>
3	7.75 <sup>a</sup>	10.43 <sup>b</sup>	9.81 <sup>b</sup>	12.18 <sup>c</sup>	19.18 <sup>d</sup>	15.51 <sup>d</sup>

Catatan <sup>a, b, c, d</sup>: Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ). Keterangan kode: P0: 0 hari, P1: 3 hari, P2: 6 hari, P3: 9 hari, P4: 12 hari, dan P5: 15 hari.

Peningkatan nilai total asam selama fermentasi mengindikasikan semakin intensifnya aktivitas metabolik mikroorganisme dalam SCOBY. Mikroorganisme tersebut, khususnya bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat, memanfaatkan laktosa dan senyawa karbohidrat lainnya sebagai substrat untuk menghasilkan asam organik. Akumulasi asam-asam organik, terutama asam laktat dan asam asetat, menyebabkan peningkatan keasaman total susu fermentasi seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi. Pola peningkatan total asam yang relatif konsisten hingga fermentasi lanjutan menunjukkan bahwa proses fermentasi masih berlangsung aktif dan produksi asam organik terjadi secara berkelanjutan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan laporan Malbasa *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa perpanjangan waktu fermentasi pada sistem fermentasi susu berbasis inokulum kombucha secara signifikan meningkatkan total asam akibat produksi asam organik yang berkelanjutan. Villarreal-Soto *et al.* (2018) juga melaporkan bahwa fermentasi menggunakan

kultur campuran seperti SCOBY menyebabkan peningkatan keasaman total substrat sebagai hasil dari aktivitas metabolik bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat. Dengan demikian, lama fermentasi merupakan faktor kunci dalam menentukan tingkat keasaman susu fermentasi, dan pengendaliannya diperlukan untuk memperoleh karakteristik kimia produk yang stabil serta dapat diterima secara sensori.

## KESIMPULAN

Lama fermentasi merupakan faktor penentu dalam pengendalian kualitas kimia susu sapi yang difermentasi menggunakan *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast* (SCOBY). Berdasarkan tujuan penelitian ini, fermentasi hingga 8 hari direkomendasikan sebagai lama fermentasi yang aplikatif karena mampu menghasilkan karakteristik pH, total asam tertitrisasi, dan viskositas yang relatif stabil. Rekomendasi ini memberikan dasar teknis dalam penentuan waktu fermentasi untuk

menghasilkan susu fermentasi berbasis SCOBY dengan kualitas kimia yang lebih terkontrol dan tidak mudah mengalami kerusakan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Laboratorium Mikrobiologi dan Biokimia Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo atas fasilitas, sarana, dan dukungan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, serta bimbingan ilmiah selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan naskah artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- De Kruif, C. G., & Holt, C. (2003). Casein Micelle Structure, Functions and Interactions. In P. F. Fox & P. L. H. McSweeney (Eds), *Advanced Dairy Chemistry—1 Proteins* (pp. 233–276). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8602-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8602-3_5)
- De Silva, S. A. S. D., Kanugala, K. A. N. P., & Weerakkody, N. S. (2016). Microbiological Quality of Raw Milk and Effect on Quality by Implementing Good Management Practices. *Procedia Food Science*, 6, 92–96. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2016.02.019>
- Horne, D. S. (2002). Casein structure, self-assembly and gelation. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 7(5–6), 456–461. [https://doi.org/10.1016/S1359-0294\(02\)00082-1](https://doi.org/10.1016/S1359-0294(02)00082-1)
- Kruk, M., Trzaskowska, M., Ścibisz, I., & Pokorski, P. (2021). Application of the “SCOBY” and Kombucha Tea for the Production of Fermented Milk Drinks. *Microorganisms*, 9(1), 123. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9010123>
- Laavanya, D., Shirikole, S., & Balasubramanian, P. (2021). Current challenges, applications and future perspectives of SCOBY cellulose of Kombucha fermentation. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126454. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126454>
- Malbasa, R., Vitas, J., Loncar, E., & Milanovic, S. (2012). Physical and textural characteristics of fermented milk products obtained by kombucha inoculums with herbal teas. *Acta Periodica Technologica*, 43, 51–59. <https://doi.org/10.2298/APT1243051M>
- Park, Y. W., Haenlein, G. F. W., & Wendorff, W. L. (Eds). (2017). *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals* (1st edn). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119110316>
- Ranvir, S., Sharma, R., Gandhi, K., Nikam, P., & Mann, B. (2021). Physico-chemical changes during processing and storage of UHT milk. *Indian Journal of Dairy Science*, 74(1), 39–47. <https://doi.org/10.33785/IJDS.2021.v74i01.005>
- Sumarmono, J. (2022). Current goat milk production, characteristics, and utilization in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1041(1), 012082. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1041/1/012082>

- Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J., & Taillandier, P. (2018). Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Journal of Food Science*, 83(3), 580–588. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>
- Walstra, P., Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2005). *Dairy Science and Technology* (0 edn). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420028010>
- Wang, B., Rutherford-Markwick, K., Zhang, X.-X., & Mutukumira, A. N. (2022). Kombucha: Production and Microbiological Research. *Foods*, 11(21), 3456. <https://doi.org/10.3390/foods11213456>