

Pengaruh Penambahan Selulosa *Kombucha* terhadap Karakteristik Mikrobiologi dan Kimia Minuman Fermentasi Berbasis *Whey Protein Concentrate*

Defina Ismayanti*, Fitri Suciati, Desy Triastuti

Program Studi Agroindustri, Jurusan Pertanian, Politeknik Negeri Subang

*Email Korespondensi: defina.ismayanti@gmail.com

Abstrak

Whey protein concentrate (WPC) fermentasi *kombucha* merupakan salah satu produk minuman fermentasi yang berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penambahan selulosa *kombucha* terhadap karakteristik mikrobiologi dan kimia minuman fermentasi WPC *kombucha*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua perlakuan, yaitu P1 (penambahan selulosa *kombucha*) dan P2 (tanpa penambahan selulosa *kombucha*), dengan 3 kali ulangan. Parameter yang diamati meliputi *Total Plate Count* (TPC), pH, total asam tertitrasi (TAT), dan total padatan terlarut (TPT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan selulosa tidak berpengaruh nyata terhadap TPC dan TPT. Perlakuan P1 menghasilkan TPC sebesar 6,75 Log CFU/ml dan TPT 6,28 %Brix, sedangkan P2 menghasilkan TPC 6,85 Log CFU/mL dan TPT 6,13 %Brix. Sebaliknya, penambahan selulosa berpengaruh nyata terhadap pH dan TAT. Nilai pH pada P1 sebesar 4,75 dengan TAT 0,34%, sedangkan pada P2 nilai pH sebesar 4,93 dengan TAT 0,22%. Berdasarkan hasil tersebut, penambahan selulosa dapat meningkatkan pembentukan asam selama fermentasi tanpa memengaruhi jumlah mikroorganisme dan total padatan terlarut.

Kata kunci: Fermentasi *kombucha*, Selulosa *Kombucha*, WPC

Abstract

Whey protein concentrate (WPC) fermented *kombucha* is one of the fermented beverage products that has the potential to be developed as a functional food. This study aims to determine the effect of the addition of cellulose *kombucha* on the microbiological and chemical characteristics of WPC *kombucha* fermented drinks. The study used a Complete Random Design (RAL) with two treatments, namely P1 (addition *kombucha* cellulose) and P2 (without the addition *kombucha* cellulose), with 3 replications. The parameters observed included Total Plate Count (TPC), pH, total titrated acid (TAT), and total dissolved solids (TPT). The results showed that the addition of cellulose had no real effect on TPC and TPT. P1 treatment yielded TPC 6.75 Log CFU/ml and TPT 6.28 %Brix, while P2 produced TPC 6.85 Log CFU/ml and TPT 6.13 %Brix. On the other hand, the addition cellulose has a noticeable effect on pH and TAT. The pH value at P1 was 4.75 with a TAT 0.34%, while at P2 the pH value was 4.93 with a TAT 0.22%. Based on these results, the addition of cellulose can increase acid formation during fermentation without affecting the number of microorganisms and total dissolved solids.

Keywords: *Kombucha* Cellulose, *Kombucha* Fermentation, WPC

PENDAHULUAN

Whey merupakan produk samping industri pengolahan keju yang masih mengandung protein, laktosa, mineral, vitamin, dan senyawa bioaktif, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pangan fungsional. Salah satu bentuk pemanfaatan *whey* adalah *Whey Protein Concentrate* (WPC) yang diperoleh melalui proses ultrafiltrasi. WPC memiliki kandungan protein yang tinggi, yaitu sekitar 34–36%, serta kandungan laktosa sebesar 48–55% yang dapat dimanfaatkan sebagai substrat oleh mikroorganisme selama fermentasi (Setiadi *et al.*, 2023). Pemanfaatan WPC sebagai media fermentasi menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan nilai tambah *whey* sekaligus mengurangi limbah hasil samping industri susu.

Seiring meningkatnya minat masyarakat terhadap pangan fungsional, pengembangan minuman fermentasi berbasis probiotik juga terus berkembang. Salah satu kultur yang banyak dimanfaatkan adalah *kombucha*, yaitu minuman hasil fermentasi yang melibatkan konsorsium bakteri asam asetat, bakteri asam laktat, dan khamir yang hidup secara simbiosis dalam *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast* (SCOBY). Selama proses fermentasi, mikroorganisme tersebut menghasilkan berbagai metabolit, seperti asam organik, vitamin, dan senyawa bioaktif yang berkontribusi terhadap karakteristik serta nilai fungsional produk (Laavanya *et al.*, 2021). Selain itu, bakteri asam asetat menghasilkan selulosa bakteri yang membentuk lapisan biofilm pada permukaan media fermentasi. Selulosa tersebut berfungsi sebagai tempat melekat dan berkembangnya mikroorganisme sehingga diduga dapat mendukung aktivitas fermentasi (Harrison & Curtin, 2021).

Pemanfaatan kultur *kombucha* pada medium berbasis *whey* telah banyak dilaporkan. Ilić *et al.* (2016) melaporkan bahwa penambahan WPC pada produk susu fermentasi *kombucha* dapat memperbaiki karakteristik fisik produk. Suciati *et al.* (2019) menunjukkan bahwa fermentasi *whey* menggunakan kultur *kombucha* mampu menghasilkan pertumbuhan mikroorganisme yang baik serta menurunkan kadar laktosa. Penelitian Suciati *et al.* (2025) juga menunjukkan bahwa fermentasi WPC menggunakan kultur *kombucha* menghasilkan karakteristik mikrobiologi, kimia, dan sensori yang baik. Namun, penelitian-penelitian tersebut masih menggunakan kultur *kombucha* secara utuh, yaitu cairan *kombucha* dan selulosa SCOBY secara bersamaan, sehingga belum dapat menjelaskan secara spesifik peran selulosa terhadap proses fermentasi.

Selulosa SCOBY diduga tidak hanya berfungsi sebagai hasil fermentasi, tetapi juga sebagai matriks biofilm yang mendukung kolonisasi mikroorganisme dan interaksi antaranggota komunitas mikroba selama fermentasi (Jayabalan *et al.*, 2014). Meskipun demikian, belum diketahui apakah keberadaan selulosa memberikan pengaruh terhadap karakteristik mikrobiologi dan kimia WPC fermentasi *kombucha*, atau fermentasi dapat berlangsung dengan hasil yang serupa tanpa penambahan selulosa. Informasi tersebut penting untuk mengetahui peran selulosa dalam proses fermentasi sekaligus sebagai dasar pengembangan proses produksi yang lebih efisien.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan fermentasi *Whey Protein Concentrate* (WPC) menggunakan kultur *kombucha* dengan dan tanpa penambahan selulosa SCOBY. Karakteristik yang diamati meliputi *Total Plate Count* (TPC), pH, total padatan terlarut (TPT), dan total asam tertitrasi (TAT). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan selulosa terhadap karakteristik mikrobiologi dan kimia WPC fermentasi *kombucha* serta menjadi referensi dalam pengembangan minuman fermentasi berbasis *whey*.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang dilaksanakan pada bulan Maret–Juni 2026 di Laboratorium TPHP, Laboratorium Kimia, dan Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Pertanian, Politeknik Negeri Subang. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu penambahan selulosa *kombucha* (SCOBY), yang terdiri atas dua perlakuan, yaitu P1 (dengan penambahan selulosa) dan P2 (tanpa penambahan selulosa), dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh enam unit percobaan. Bahan yang digunakan meliputi *Whey Protein Concentrate* (WPC) 34 berbentuk bubuk, starter *kombucha* (SCOBY), gula pasir, teh hitam, dan air de mineral. Bahan untuk analisis mikrobiologi terdiri atas *Plate Count Agar* (PCA) dan *Buffered Peptone Water* (BPW) 0,1%, sedangkan analisis kimia menggunakan larutan NaOH 0,1 N dan indikator *fenolftalein*. Peralatan utama yang digunakan meliputi timbangan digital, inkubator, autoklaf, refraktometer, dan pH meter.

Data diperoleh melalui pembuatan WPC fermentasi *kombucha* yang dilanjutkan dengan pengujian karakteristik mikrobiologi dan kimia. Karakteristik mikrobiologi dianalisis menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC), sedangkan karakteristik kimia meliputi pengukuran pH, Total Padatan Terlarut (TPT), dan Total Asam Tertitrasi (TAT). Seluruh data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan *independent sample*

t-test pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) untuk mengetahui pengaruh penambahan selulosa terhadap karakteristik mikrobiologi dan kimia WPC fermentasi *kombucha*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Mikrobiologi WPC Fermentasi *Kombucha*

Tabel 1. Karakteristik Mikrobiologi WPC Fermentasi *kombucha*

Perlakuan	TPC (Log CFU/mL)	<i>P-Value</i>
P1	6,75 ± 0,09	0,64
P2	6,85 ± 0,13	

Keterangan: Tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan selulosa *kombucha* tidak berpengaruh nyata terhadap nilai *Total Plate Count* (TPC) WPC fermentasi *kombucha* ($p > 0,05$). Nilai TPC pada perlakuan dengan penambahan selulosa sebesar 6,75 Log CFU/mL, sedangkan pada perlakuan tanpa selulosa sebesar 6,85 Log CFU/mL. Hasil tersebut menunjukkan bahwa keberadaan selulosa tidak meningkatkan jumlah mikroorganisme secara signifikan selama fermentasi.

Tidak adanya perbedaan jumlah mikroorganisme diduga karena pertumbuhan mikroba lebih dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi pada medium dibandingkan keberadaan selulosa. WPC mengandung protein, laktosa, dan nutrisi lain yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbon dan energi bagi mikroorganisme selama fermentasi (Zeng *et al.*, 2024). Selain itu, selulosa SCOBY berfungsi sebagai matriks tempat kolonisasi mikroba, namun bukan sebagai sumber nutrisi sehingga fermentasi tetap dapat berlangsung meskipun tanpa penambahan selulosa (Matejčková & Valík, 2025).

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa populasi mikroorganisme pada kedua perlakuan diduga telah mencapai fase pertumbuhan yang relatif stabil pada akhir fermentasi. Berkurangnya substrat yang tersedia serta meningkatnya akumulasi metabolit hasil fermentasi membatasi pertumbuhan mikroba sehingga jumlah mikroorganisme pada kedua perlakuan menjadi relatif serupa (Stanbury *et al.*, 2017). Nilai TPC yang diperoleh berkisar antara 6,75–6,85 Log CFU/ml atau setara dengan $6,4\text{--}7,5 \times 10^6$ CFU/mL, sehingga telah memenuhi persyaratan minimum jumlah bakteri pada minuman susu fermentasi berdasarkan SNI 7552:2018, yaitu 1×10^6 CFU/ml.

Karakteristik Kimia WPC Fermentasi *Kombucha*

Tabel 2. Karakteristik Mikrobiologi WPC Fermentasi *kombucha*

Perlakuan	pH	TPT (%Brix)	TAT (%)
P1	4,75 ± 0,08	6,28 ± 0,15	0,34 ± 0,05
P2	4,93 ± 0,02	6,13 ± 0,28	0,22 ± 0,01
<i>P-value</i>	0,024	0,170	0,024

Keterangan: Berpengaruh nyata ($P < 0,05$)

Nilai pH

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan selulosa *kombucha* berpengaruh terhadap nilai pH WPC fermentasi *kombucha*. Perlakuan dengan penambahan selulosa menghasilkan pH yang lebih rendah dibandingkan perlakuan tanpa selulosa. Penurunan pH menunjukkan bahwa fermentasi berlangsung lebih intensif sehingga menghasilkan akumulasi asam organik yang lebih tinggi. Selama fermentasi, bakteri asam laktat memanfaatkan laktosa sebagai substrat untuk menghasilkan asam laktat, sedangkan khamir mengubah gula menjadi etanol yang selanjutnya dioksidasi oleh bakteri asam asetat menjadi asam asetat. Akumulasi asam-asam organik tersebut meningkatkan konsentrasi ion H^+ sehingga menyebabkan nilai pH menurun (Noviatanti *et al.*, 2022).

Keberadaan selulosa diduga mendukung proses tersebut karena berfungsi sebagai matriks kolonisasi mikroba yang memfasilitasi interaksi antara bakteri asam laktat, bakteri asam asetat, dan khamir selama fermentasi (Matejčeková & Valík, 2025). Kondisi tersebut memungkinkan pemanfaatan substrat berlangsung lebih efisien sehingga pembentukan metabolit hasil fermentasi meningkat (Köhler *et al.*, 2021). Hasil penelitian ini sejalan dengan (Prastujati *et al.*, 2018), yang melaporkan bahwa peningkatan aktivitas fermentasi ditandai oleh penurunan nilai pH akibat meningkatnya produksi asam organik.

Total Padatan Terlarut (TPT)

Penambahan selulosa *kombucha* tidak memberikan pengaruh terhadap nilai Total Padatan Terlarut (TPT) WPC fermentasi *kombucha*. Tidak adanya perbedaan nyata menunjukkan bahwa perubahan komponen terlarut selama fermentasi berlangsung relatif sama pada kedua perlakuan. Laktosa, protein, dan mineral yang terkandung dalam WPC dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi selama fermentasi (Zeng *et al.*, 2024). Pada saat yang sama, aktivitas metabolisme mikroba menghasilkan berbagai senyawa terlarut, seperti asam organik dan metabolit hasil fermentasi lainnya, yang tetap berada dalam medium sehingga dapat mengimbangi berkurangnya substrat yang

digunakan oleh mikroorganisme (Budiandari *et al.*, 2023). Kondisi tersebut menyebabkan nilai TPT pada kedua perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang berarti.

Hasil penelitian ini sejalan dengan (Köhler *et al.* 2021) yang melaporkan bahwa fermentasi menggunakan *water kefir grains* maupun kultur tanpa *grains* tetap menghasilkan karakteristik produk yang relatif serupa karena mikroorganisme pada kedua sistem mampu memanfaatkan substrat dan menghasilkan metabolit selama fermentasi. Temuan tersebut juga didukung oleh (Laureys *et al.* 2019) yang menyatakan bahwa pemanfaatan substrat selama fermentasi berlangsung bersamaan dengan pembentukan metabolit, seperti asam organik, etanol, dan gliserol, sehingga perubahan total padatan terlarut tidak selalu menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan selulosa tidak memberikan pengaruh terhadap keseimbangan komponen terlarut dalam WPC fermentasi *kombucha*.

Total Asam Titrasi (TAT)

Penambahan selulosa *kombucha* memberikan pengaruh terhadap nilai Total Asam Titrasi (TAT) WPC fermentasi *kombucha*. Nilai TAT yang lebih tinggi pada perlakuan P1 menunjukkan bahwa pembentukan asam organik selama fermentasi berlangsung lebih intensif dibandingkan perlakuan tanpa penambahan selulosa. Hasil tersebut sejalan dengan nilai pH yang lebih rendah pada perlakuan P1, yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan asam organik yang terbentuk selama fermentasi, semakin tinggi nilai TAT dan semakin rendah nilai pH yang dihasilkan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa keberadaan selulosa mendukung aktivitas fermentasi sehingga akumulasi asam organik menjadi lebih besar.

Menurut (Faizah *et al.* 2024), pembentukan asam organik selama fermentasi merupakan hasil aktivitas metabolisme mikroorganisme yang memanfaatkan substrat dalam medium. Temuan tersebut didukung oleh (Jayabalan *et al.* 2014) yang menyatakan bahwa fermentasi *kombucha* menghasilkan berbagai asam organik yang berkontribusi terhadap perubahan karakteristik kimia produk. Selain itu, Matejčková dan Valík (2025) menjelaskan bahwa interaksi bakteri asam laktat, bakteri asam asetat, dan khamir dalam matriks selulosa dapat meningkatkan pembentukan metabolit fermentasi, termasuk asam laktat dan asam asetat. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan (Suciati *et al.* 2019) yang melaporkan bahwa fermentasi *whey* menggunakan kultur *kombucha* meningkatkan total asam akibat terbentuknya senyawa asam selama proses fermentasi. Dengan demikian,

penambahan selulosa diduga menciptakan kondisi fermentasi yang lebih mendukung pembentukan asam organik dibandingkan perlakuan tanpa penambahan selulosa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan selulosa *kombucha* memberikan pengaruh terhadap karakteristik kimia, tetapi tidak memengaruhi karakteristik mikrobiologi WPC fermentasi *kombucha*. Keberadaan selulosa tidak meningkatkan jumlah mikroorganisme, namun berkontribusi terhadap pembentukan asam organik yang ditunjukkan oleh nilai pH yang lebih rendah dan total asam tertitiasi yang lebih tinggi. Sementara itu, total padatan terlarut relatif tidak mengalami perubahan, sehingga menunjukkan bahwa penambahan selulosa lebih berperan dalam meningkatkan aktivitas fermentasi dibandingkan pertumbuhan mikroorganisme. Hasil penelitian ini memberikan informasi bahwa fermentasi WPC menggunakan kultur *kombucha* dapat berlangsung baik dengan maupun tanpa penambahan selulosa, meskipun keberadaan selulosa mampu menghasilkan karakteristik kimia yang lebih asam. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan variasi konsentrasi selulosa dan lama fermentasi yang berbeda serta menambahkan parameter pengujian seperti kadar protein, kadar laktosa, dan kandungan asam organik untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pengaruh selulosa terhadap karakteristik dan nilai fungsional WPC fermentasi *kombucha*.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiandari, R. U., Azara, R., Adawiyah, R., & Prihatiningrum, A. E. (2023). Studi karakteristik kimia minuman probiotik kombucha sari kulit nanas (*Ananas comosus*). *Teknologi Pangan: Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 14(2), 181–188. <https://doi.org/10.35891/tp.v14i2.3890>
- Faizah, Khairunnisa, A., Latifasari, N., & Dyah Kurniawati, A. (2024). Kombucha Dan Sifat Fungsionalnya: Studi Pustaka. *J. Sains Dan Teknologi Pangan (JSTP)*, 9(5), 7729–7741.
- Harrison, K., & Curtin, C. (2021). Microbial composition of scoby starter cultures used by commercial kombucha brewers in North America. *Microorganisms*, 9(5), 1–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/mikroorganisme9051060>
- Iličić, M. D., Milanović, S. D., Kanurić, K. G., Vukić, V. R., & Vukić, D. V. (2016). Improvement of physicochemical and rheological properties of kombucha fermented milk products by addition of transglutaminase and whey protein concentrate. *Acta Periodica Technologica*, 47, 11–18. <https://doi.org/10.2298/APT1647011I>
- Jayabalan, R., Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., & Sathishkumar, M. (2014). A review on kombucha tea-microbiology, composition, fermentation, beneficial

- effects, toxicity, and tea fungus. In *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (Vol. 13, Number 4, pp. 538–550). Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>
- Köhler, S., Schmach, M., Troubounis, A. H. L., Ludzuweit, M., Rettberg, N., & Senz, M. (2021). Tradition as a Stepping Stone for a Microbial Defined Water Kefir Fermentation Process: Insights in Cell Growth, Bioflavoring, and Sensory Perception. *Frontiers in Microbiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.732019>
- Laavanya, D., Shirkole, S., & Balasubramanian, P. (2021). Current challenges, applications and future perspectives of SCOBY cellulose of Kombucha fermentation. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 295). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126454>
- Laureys, D., Aerts, M., Vandamme, P., & De Vuyst, L. (2019). The Buffer Capacity and Calcium Concentration of Water Influence the Microbial Species Diversity, Grain Growth, and Metabolite Production During Water Kefir Fermentation. *Frontiers in Microbiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02876>
- Matejčková, Z., & Valík, L. (2025). Kefir alternatives, an innovative source of probiotics: Microbiological, technological, and therapeutical properties. In *Applied Food Research* (Vol. 5, Number 1). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100775>
- Noviatanti Nabilah, F., Listiyowati, S., & Astuti, R. I. (2022). Diversitas Pangan Fermentasi Berbasis-Susu di Indonesia dan Kandungan Gizinya. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(4), 552–561. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.4.552>
- Prastujati, A. U., Hilmi, M., & Khirzin, M. H. (2018). The Effect of Starter Concentration on Alcohol, pH, and Total Titrated Acids (TTA) in Whey Kefir. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 1(2), 63–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.25047/JIPT.V1I2.893>
- Setiadi, O. Y., Sumarmono, J., & Setyawardani, T. (2023). Penambahan Whey Protein Concentrate terhadap Viskositas, Sineresis dan Water Holding Capacity Yogurt Susu Sapi Rendah Lemak. *BAAR*, 5(1), 6–18. <https://www.ejournal.unper.ac.id/index.php/>
- Stanbury, P. F., Whitaker, A., & Hall, S. J. (2017). *Principles of Fermentation Technology* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Standar Nasional Indonesia. (2018). *SNI 7552:2018*.
- Suciati, F., Nurliyani, N., & Indratiningsih, I. (2019). Physicochemical, Microbiological and Sensory Properties of Fermented Whey using Kombucha Inoculum. *Buletin of Animal Science*, 43(1), 52–57. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v43i1.31496>
- Suciati, F., Triastuti, D., & Permadi, E. (2025). Kualitas Sensori dan Kimia Produk Whey Fermentasi Kombucha dengan Penambahan Sari Buah Nanas Subang. *Jurnal*

Ilmiah Perternakan Terpadu, 13(1), 133–150.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.23960/jipt.v13i1.p133-150>

Zeng, X., Wang, Y., Yang, S., Liu, Y., Li, X., & Liu, D. (2024). The functionalities and applications of whey/whey protein in fermented foods: a review. *Food Science and Biotechnology*, 33(4), 769–790. <https://doi.org/10.1007/s10068-023-01460-5>