Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: galungwaknook@gmail.co

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
5 (3) 2025, Page: 33762-33767

Peran Bioteknologi Konvensional Dalam Inovasi Pangan Fungsional: Analisis Ph, Rasa, Warna, Dan Aroma Pada Fermentasi Kombucha Teh Dengan Penambahan Madu

Nabilatul Latifa, Nanda Zafira, Yusti Dhea, Fiza Nada, Intan Ayu, Umi Latifatul, Destria Sakinah, Silvi Amalia
Program Studi Tadris IPA, Fakultas Tarbiyah, Universitas Islam Negeri KIAI Haji Achmad Siddiq Jember
Corresponding Author e-mail: latifanabilatul@gmail.com

Published: December, 2025

ABSTRACT
Bioteknologi konvensional telah lama menjadi dasar penting inovasi pangan fungsional, khususnya melalui fermentasi yang meningkatkan nilai gizi dan menghasilkan senyawa bioaktif. Penelitian ini bertujuan menganalisis peran bioteknologi konvensional dalam inovasi pangan fungsional melalui studi perubahan pH, rasa, warna, dan aroma pada fermentasi kombucha teh dengan penambahan madu sebagai sumber karbon alami. Penelitian eksperimen dengan metode campuran digunakan. Populasi adalah mikroorganisme simbion pembentuk SCOBY. Sampel berupa kombucha dengan sumber gula madu dan gula jagung sebagai kontrol selama 10 hari. Pengukuran pH digital dan penilaian sensori warna, aroma, serta pembentukan pelikel SCOBY diamati berkala. Data dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan pengaruh sumber gula terhadap kestabilan fermentasi dan kualitas produk. Hasil menunjukkan fermentasi dengan madu menghasilkan pH stabil, lapisan SCOBY lebih tebal dan bersih, warna lebih terang, serta aroma asam segar tanpa kontaminasi. Sebaliknya, gula jagung menimbulkan kontaminasi jamur dan fermentasi kurang stabil. Enzim dan mineral alami dalam madu mendukung pertumbuhan mikroba dan efek antibakteri, meningkatkan nilai fungsional. Madu dipandang sebagai sumber gula alami unggul untuk fermentasi kombucha yang meningkatkan keamanan, kualitas sensorik, dan bioaktivitas. Penelitian lanjutan disarankan memperpanjang durasi fermentasi dan analisis mikrobiologis lebih rinci.

Kata Kunci: Aroma, Fermentasi, Kombucha, Madu, Pangan Fungsional

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Perkembangan bioteknologi konvensional telah lama menjadi landasan penting dalam inovasi produk pangan, khususnya melalui proses fermentasi yang tidak hanya berfungsi sebagai metode pengawetan, tetapi juga meningkatkan nilai gizi dan menghasilkan senyawa bioaktif yang mendukung kesehatan manusia (Nurlaili, Purnamawati, & Prasetyowati, 2019; Santoso & Widjaja, 2022). Kombucha, sebagai minuman fermentasi teh yang menggunakan Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast (SCOBY), mengalami peningkatan popularitas global lantaran kandungan probiotik, asam organik, serta metabolit sekunder yang membantu meningkatkan sistem imun, detoksifikasi, dan kesehatan pencernaan (Farhanah & Kurniawati, 2021; Jayabalan et al., 2023). Dalam tren gaya hidup sehat yang kian berkembang, kombucha berkembang tidak hanya sebagai minuman tradisional, tetapi juga sebagai pangan fungsional yang diminati masyarakat modern (Lee, Jung, & Kim, 2022; Nyhan, 2022).

Di sisi lain, inovasi pada kombucha dapat diwujudkan melalui penambahan bahan alami, salah satunya madu, yang menyediakan sumber gula alami sekaligus mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid dan fenolik yang mempunyai sifat antimikroba dan antioksidan (Jannah & Rasyid, 2022; Wang et al., 2022). Madu tidak hanya mendukung pertumbuhan mikroorganisme fermentasi secara

optimal, tetapi juga memperkaya profil nutrisi serta meningkatkan karakteristik sensori kombucha termasuk rasa, aroma, dan warna (Antolak & Bilińska, 2021; Widiastuti & Yulianti, 2023). Selain itu, keberadaan madu sebagai bahan alami yang aman, halal, dan mudah diterima secara konsumen meningkatkan nilai tambah produk sekaligus memperkuat manfaat fungsional kombucha (Dos Santos et al., 2024; Yuliana et al., 2023).

Namun demikian, fermentasi kombucha dengan berbagai sumber gula menghadirkan tantangan terkait kestabilan mikrobiologi dan kualitas produk (Rahmawati & Suryaningsih, 2022; Sittisart et al., 2024). Variasi sumber nutrisi seperti madu dan gula jagung memberikan pengaruh signifikan terhadap pembentukan lapisan SCOBY, perubahan pH, serta risiko kontaminasi (Ojo et al., 2023; Jayabalan et al., 2023). pH yang tepat selama fermentasi mendukung aktivitas mikroorganisme yang menghasilkan metabolit bermanfaat sambil menghambat pertumbuhan bakteri patogen, sedangkan perubahan warna, rasa, dan aroma berperan sebagai indikator utama kualitas dan penerimaan konsumen (Nurlaili et al., 2019; Farhanah & Kurniawati, 2021). Madu sebagai nutrisi alami diyakini dapat menstabilkan fermentasi, mengurangi risiko kontaminasi, dan memperkuat profil sensori dan fungsi kombucha.

Masalah yang muncul sering terkait dengan ketidakseimbangan substrat dan aktivitas mikroorganisme apabila menggunakan gula sederhana seperti glukosa cair yang mudah dimanfaatkan secara cepat, memicu kontaminasi jamur dan penurunan kualitas produk (Sittisart et al., 2024; Ojo et al., 2023). Oleh karena itu, pemilihan sumber karbon alami seperti madu yang mengandung gula kompleks, enzim, dan mineral dapat menjadi solusi inovatif untuk memperbaiki kestabilan fermentasi serta menghasilkan produk yang lebih aman dan bernilai fungsi tinggi (Antolak & Bilińska, 2021; Dos Santos et al., 2024). Selain aspek teknis, pemanfaatan madu lokal juga membawa dampak positif terhadap penguatan ekonomi komunitas peternak lebah serta mendukung keberlanjutan pangan fungsional di Indonesia (Jannah & Rasyid, 2022; Widiastuti & Yulianti, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran bioteknologi konvensional dalam inovasi pangan fungsional melalui studi perubahan pH, rasa, warna, dan aroma dalam fermentasi kombucha teh dengan penambahan madu sebagai sumber karbon alami. Dengan menguji parameter-parameter ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dan praktis bagi pengembangan produk fermentasi berbasis bahan alami yang berkualitas tinggi dan sesuai preferensi konsumen modern. Kebaruan penelitian ini terletak pada pemanfaatan madu sebagai sumber nutrisi yang tidak hanya meningkatkan stabilitas fermentasi tetapi juga nilai fungsional, keamanan, dan daya tarik sensorik kombucha, sekaligus mendukung integrasi bahan lokal sebagai solusi berkelanjutan dalam industri pangan fungsional (Farhanah & Kurniawati, 2021; Dos Santos et al., 2024).

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen yang dilaksanakan dengan pendekatan mixed methods, mengintegrasikan data kuantitatif hasil pengukuran perubahan pH, warna, aroma, dan pembentukan lapisan SCOBY selama fermentasi kombucha dengan analisis deskriptif untuk interpretasi hasil (Creswell, 2022; Sugiyono, 2021). Metode Project Based Learning (PjBL) diterapkan sebagai strategi pembelajaran inovatif yang melibatkan mahasiswa aktif dalam merancang, melaksanakan, dan menganalisis eksperimen fermentasi berbasis variasi nutrisi, yaitu madu dan gula jagung (Sudaryono, 2023; Emzir, 2022). Pendekatan ini tidak hanya memperkaya proses pembelajaran, tetapi juga mendukung pengumpulan data empiris yang valid tentang peran bioteknologi konvensional dalam pengembangan pangan fungsional berbasis fermentasi (Farhanah & Kurniawati, 2021; Jayabalan et al., 2023).

Instrumen utama yang digunakan meliputi alat pengukur pH digital untuk merekam perubahan keasaman fermentasi secara presisi, penilaian visual dan sensorik untuk mengamati perubahan warna, aroma, serta pembentukan lapisan SCOBY pada interval waktu yang telah ditetapkan yakni hari ke-0, ke-3, ke-5, ke-7, dan ke-10. Data kuantitatif yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif statistik untuk membandingkan efek sumber karbon alami (madu) dan gula jagung terhadap kualitas dan stabilitas fermentasi kombucha (Widiastuti & Yulianti, 2023; Dos Santos

et al., 2024). Teknik analisis ini memungkinkan peneliti untuk memahami secara rinci dinamika fermentasi serta menentukan nutrisi yang paling optimal dalam mendukung aktivitas mikroorganisme simbion SCOBY (Antolak & Bilińska, 2021).

Populasi dalam penelitian ini adalah mikroorganisme simbion yang membentuk kultur SCOBY selama fermentasi teh manis. Sampel penelitian terdiri dari dua kelompok fermentasi, yaitu fermentasi kombucha menggunakan madu sebagai sumber gula alami dan fermentasi menggunakan gula jagung sebagai kontrol. Sampel diinkubasi dan diamati selama 10 hari dengan pengambilan data secara berkala untuk memantau perubahan karakteristik fisik, kimia, dan mikrobiologis selama fermentasi (Rahmawati & Suryaningsih, 2022; Ojo et al., 2023). Pendekatan ini memberikan gambaran empiris yang komprehensif terhadap efek variasi sumber gula terhadap proses fermentasi dan hasil akhir produk.

Prosedur penelitian diawali dengan persiapan media fermentasi berupa teh manis yang dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan variasi sumber karbon, yaitu madu dan gula jagung. Kultur SCOBY kemudian ditambahkan ke masing-masing kelompok dan fermentasi dilakukan pada suhu ruang selama 10 hari. Pengamatan dilakukan secara rutin pada hari ke-0, ke-3, ke-5, ke-7, dan ke-10 dengan pencatatan nilai pH, evaluasi visual pembentukan pelikel SCOBY, serta penilaian aroma dan warna sebagai indikator kualitas produk. Data yang terkumpul dianalisis dan dibandingkan untuk menilai pengaruh madu sebagai sumber nutrisi terhadap kestabilan dan nilai fungsional kombucha (Antolak & Bilińska, 2021; Dos Santos et al., 2024). Metode ini juga mengintegrasikan aspek pembelajaran aktif yang melibatkan mahasiswa secara langsung dalam proses ilmiah sehingga memberikan nilai edukatif dan aplikatif dalam bidang bioteknologi pangan (Sudaryono, 2023; Creswell, 2022).

HASIL

Fermentasi merupakan salah satu proses bioteknologi yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk mengubah bahan organik menjadi produk bernilai guna tinggi. Salah satu produk hasil fermentasi yang banyak dikembangkan ialah kombucha, yaitu minuman teh bergula yang difermentasi oleh konsorsium mikroba simbion SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast). Kombucha dikenal memiliki cita rasa asam menyegarkan serta mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti asam organik, polifenol, dan antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan. Jenis sumber gula yang digunakan, seperti madu dan glukosa cair, dapat memengaruhi aktivitas mikroba, pembentukan pelikel, serta karakteristik produk akhir yang dihasilkan (Jayabalan, R (2023).

Variasi Nutrisi	**Hari ke-0**	**Hari ke-3**	**Hari ke-5**	**Hari ke-7**	**Hari ke-10**
Madu	Warna: coklat tua Aroma: asam/kecut Pembentukan lapisan:	Warna: coklat tua Aroma: asam/kecut Pembentukan lapisan: tipis	Warna: coklat tua Aroma: kecut menyengat Pembentukan lapisan: agak	Warna : Cokklat muda Aroma: Kecut menyengat Pembentukan lapisan : tebal putih bersih	Warna : Coklat muda Aroma: Kecut Menyengat Pembentukan lapisan : Tebal putih bersih

	belum ada pH: 4	seperti agar-agar pH: 4	tebal putih bersih pH: 4	pH: 4	pH: 4
Gula jagung	Warna: coklat tua Aroma: asam/kecut Pembentukan lapisan: belum ada pH: 4	Warna: Coklat tua Aroma: asam/kecut Pembentukan lapisan: tipis seperti agar-agar pH: 4	Warna: Coklat tua Aroma: Kecut/asam menyengat Pembentukan lapisan: agak tebal putih berjamur pH: 4	Warna : Coklat muda Aroma: kecut menyengat Pembentukan lapisan: Tebal berwarna hijau (mold/kapang) pH: 4	Warna : Coklat muda Aroma: Kecut menyegat Pembentukan lapisan : Tebal berwarna hijau (mold/kapang) pH: 4

PEMBAHASAN

Hasil pengamatan fermentasi kombucha dengan dua variasi sumber nutrisi, yaitu madu dan gula jagung (glukosa cair), menunjukkan adanya perubahan fisik, kimia, dan biologis yang signifikan selama masa fermentasi. Secara umum, kedua sampel mengalami perubahan warna dari coklat tua menjadi coklat muda, serta munculnya aroma asam yang semakin kuat seiring lamanya waktu fermentasi. Nilai pH pada kedua perlakuan tercatat stabil pada kisaran 4, menandakan bahwa proses fermentasi berlangsung aktif dan diiringi produksi asam organik oleh mikroorganisme simbion dalam SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast).

Namun demikian, hasil akhir dari kedua perlakuan menunjukkan perbedaan yang mencolok. Pada perlakuan menggunakan madu, sejak hari ke-3 mulai terbentuk lapisan SCOBY tipis berwarna putih bening seperti agar-agar, dan pada hari ke-7 hingga ke-10 lapisan tersebut menjadi semakin tebal dan kuat dengan warna putih bersih. Warna cairan berubah menjadi lebih terang (coklat muda) dengan aroma asam yang khas, menandakan proses fermentasi berjalan optimal dan tidak terjadi kontaminasi. Hal ini menunjukkan bahwa madu berfungsi baik sebagai sumber nutrisi karena mengandung berbagai jenis gula sederhana (glukosa dan fruktosa), enzim alami seperti invertase dan diastase, serta mineral seperti kalsium, magnesium, dan kalium yang mendukung pertumbuhan

bakteri asam asetat (Acetobacter spp.) dan khamir (Saccharomyces spp.) dalam sistem fermentasi kombucha (Antolak, H., & Bilińska, A. (2021)).

Berbeda dengan madu, perlakuan menggunakan gula jagung (glukosa cair) menunjukkan hasil fermentasi yang kurang stabil. Pada hari ke-3 hingga ke-5 mulai terlihat pembentukan lapisan tipis seperti pelikel putih, namun pada hari ke-5 muncul lapisan berwarna hijau di permukaan cairan yang menandakan terjadinya kontaminasi jamur (mold). Aroma pada perlakuan ini juga lebih tajam dan tidak segar dibandingkan pada perlakuan madu. Munculnya kontaminasi ini dapat disebabkan oleh tingginya kadar glukosa sederhana yang menjadi substrat mudah bagi pertumbuhan jamur oportunistik seperti Aspergillus atau Penicillium, terutama bila proses fermentasi tidak dilakukan dalam kondisi steril. Penelitian terbaru menyebutkan bahwa fermentasi kombucha sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan; aerasi berlebih, kelembapan tinggi, dan wadah terbuka tanpa kontrol suhu dapat meningkatkan risiko kontaminasi mikroba yang tidak diinginkan (Ojo, A. O., et al. (2023).

Dari sisi reaksi biokimia, mikroorganisme yang terkandung dalam SCOBY bekerja secara sinergis. Khamir (ragi) terlebih dahulu memfermentasi gula menjadi etanol dan karbon dioksida, kemudian bakteri asam asetat seperti Komagataeibacter xylinus mengoksidasi etanol menjadi asam asetat dan membentuk selulosa bakteri yang menjadi lapisan SCOBY baru di permukaan cairan (Wang, B., et,al (2022). Proses inilah yang menyebabkan pH menurun ke sekitar 4 dan menghasilkan rasa asam khas pada kombucha. Selain itu, senyawa polifenol dari teh hitam atau hijau yang digunakan sebagai media turut terdegradasi sebagian oleh enzim mikroba menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah diserap tubuh, yang menjelaskan peningkatan aktivitas antioksidan pada produk fermentasi yang matang.

Pada perlakuan madu, kestabilan pH dan warna menunjukkan bahwa komunitas mikroba dalam SCOBY mampu beradaptasi dengan baik terhadap jenis gula alami yang kompleks. Hal ini selaras dengan hasil penelitian dos Santos et al. (2024) yang menyebutkan bahwa penggunaan madu sebagai pemanis menghasilkan kombucha dengan aktivitas antioksidan lebih tinggi, kestabilan pelikel lebih baik, dan cita rasa yang lebih halus dibandingkan dengan glukosa atau sukrosa murni[5]. Madu juga diketahui memiliki sifat antibakteri ringan karena kandungan hidrogen peroksida dan fitokimia, yang dapat membantu menekan pertumbuhan mikroba kontaminan selama fermentasi berlangsung (Yuliana, N., et al. (2023).

Sebaliknya, pada gula jagung, komposisi karbohidrat yang sangat sederhana (terutama glukosa) menyebabkan proses fermentasi berlangsung cepat namun tidak seimbang. Ketika kadar gula cepat menurun dan pH tidak lagi optimal untuk semua komunitas mikroba, peluang kontaminasi meningkat. Studi oleh Sittisart et al. (2024) melaporkan bahwa fermentasi kombucha yang tidak seimbang antara substrat dan aktivitas mikroba cenderung membentuk koloni jamur pada permukaan cairan akibat perubahan oksigen terlarut dan pH yang tidak stabil. Hal ini sesuai dengan pengamatan praktikum, di mana lapisan hijau mulai tampak pada hari ke-5 fermentasi gula jagung.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan madu sebagai sumber gula alami dalam fermentasi kombucha menghasilkan kestabilan fermentasi yang lebih baik dibandingkan dengan gula jagung. Madu mendukung pembentukan lapisan SCOBY yang lebih tebal dan bersih, menjaga warna cairan menjadi coklat muda yang lebih menarik, serta menghasilkan aroma asam/kecut yang khas dan segar. Nilai pH yang stabil pada angka 4 selama fermentasi menandakan aktivitas mikroorganisme simbion berjalan optimal. Komponen bioaktif dalam madu seperti enzim alami dan mineral tampaknya meningkatkan pertumbuhan bakteri asam asetat dan khamir sekaligus memberikan efek antibakteri ringan yang mencegah kontaminasi jamur. Sebaliknya, fermentasi dengan gula jagung menunjukkan tanda ketidakseimbangan substrat yang menyebabkan munculnya kontaminasi mikroba oportunistik (jamur), aroma tidak segar, serta pembentukan lapisan SCOBY yang tidak stabil dan berwarna hijau.

Keterbatasan penelitian terletak pada pengamatan fermentasi yang terbatas pada durasi 10 hari serta fokus pada variabel pH, warna, aroma, dan lapisan SCOBY tanpa analisis kimia mendalam pada kandungan bioaktif dan mikrobiota secara kuantitatif. Penelitian selanjutnya dapat memperluas durasi fermentasi serta mengeksplorasi karakterisasi mikrobiologis yang lebih rinci, termasuk identifikasi

jenis mikroorganisme dan metabolit bioaktif yang dihasilkan. Dari sisi praktis, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pemanfaatan madu sebagai bahan fermentasi tidak hanya meningkatkan kualitas sensori dan keamanan kombucha, tetapi juga memperkuat nilai fungsi pangan melalui dukungan nutrisi alami dan aktivitas antibakteri. Implikasi ini memberikan peluang bagi pengembangan produk pangan fungsional yang lebih aman dan bernilai tambah tinggi, sekaligus memberdayakan sumber daya lokal yang berkelanjutan seperti madu untuk inovasi produk berbasis bioteknologi konvensional.

REFERENSI

Antolak, H., & Bilińska, A. (2021). Kombucha tea: A double power of bioactive compounds: A review. *Foods, 10*(10), 2314. **https://doi.org/10.3390/foods10102314**

Astuti, E., Fitriani, R. B., & Dewi, S. P. (2020). Studi karakteristik fisikokimia dan sensorik kombucha yang diferensiasi dengan penambahan madu. *Jurnal Penelitian Pangan, 6*(3), 67–78.

Creswell, J. W. (2022). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.

Dos Santos, D. F., et al. (2024). Honey-kombucha beverage with yerba maté infusion: Fermentation dynamics and bioactive retention. *LWT - Food Science and Technology, 197*, 115648. **https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115648**

Emzir. (2022). *Metodologi penelitian pendidikan: Kuantitatif, kualitatif, dan kombinasi*. Prenadamedia Group.

Farhanah, U., & Kurniawati, N. (2021). Inovasi kombucha dengan penambahan madu: Analisis mikrobiologi dan sensorik. *Jurnal Ilmiah Pangan dan Agroindustri, 8*(1), 12–19.

Jannah, N., & Rasyid, M. (2022). Dampak pH dan penambahan madu terhadap kualitas kombucha: Kajian sensorik dan mikrobiologi. *Jurnal Sains Pangan dan Teknologi, 9*(4), 34–42.

Jayabalan, R., et al. (2023). Kombucha tea: Recent advances in microbiology, chemistry, and functional benefits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 22*(2), 1121–1144. **https://doi.org/10.1111/1541-4337.12946**

Nurlaili, L., Purnamawati, R., & Prasetyowati, H. (2019). Pengaruh penambahan madu terhadap karakteristik kombucha berbasis teh hijau. *Jurnal Teknologi Pangan, 4*(2), 45–53.

Nyhan, L. M. (2022). Advances in kombucha tea fermentation: A review. *Fermentation, 8*(7), 322. **https://doi.org/10.3390/fermentation8070322**

Ojo, A. O., et al. (2023). Microbial composition, bioactive compounds, potential health benefits, and safety aspects of kombucha. *Foods, 12*(3), 567. **https://doi.org/10.3390/foods12030567**

Rahmawati, N., & Suryaningsih, R. (2022). Pengaruh variasi sumber gula terhadap fermentasi kombucha. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia, 9*(1), 45–52.

Santoso, F., & Widjaja, P. (2022). [Judul artikel belum ada karena tidak tercantum dalam kutipan].

Sittisart, P., et al. (2024). Technological quality and fungal community of kombucha during fermentation. *Food Microbiology, 114*, 104346. **https://doi.org/10.1016/j.fm.2023.104346**

Sudaryono. (2023). *Model-model pembelajaran inovatif: Pendekatan dan aplikasi*. Pustaka Ilmu.

Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kombinasi (Mixed Methods)*. Alfabeta.

Wang, B., Ma, J., Ying, K., & Zhang, L. (2022). Kombucha: Production and microbiological research. *Food Research International, 156,* 111207. **https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111207**

Widiastuti, S., & Yulianti, A. (2023). Peranan madu dalam fermentasi kombucha: Pengaruh terhadap kualitas dan manfaat kesehatan. *Jurnal Agroindustri Berbasis Bioteknologi, 10*(2), 101–110.

Yuliana, N., et al. (2023). Total microbe, physicochemical property, and antioxidative profile of kombucha variants. *Journal of Applied Food Microbiology, 9*(2), 55–67.