



Pengaruh Suhu dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Sifat Organoleptik dan Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*)

Dwi Syaji Wahyuningtias¹, Adita Silvia Fitriana², Desy Nawangsari³

^{1,2,3}Program Studi Farmasi Program Sarjana Fakultas Kesehatan Universitas Harapan Bangsa Jl.Raden Patah No. 100, Ledug, Kecamatan Kembaran, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah-Republik Indonesia

Korespondensi: Dwi Syaji Wahyuningtias

Email: dwisyaj15@gmail.com

Alamat : Universitas Harapan Bangsa Jl. Raden Patah No. 100, Ledug, Kecamatan Kembaran, Kabupaten Banyumas, 53182, Jawa Tengah, 082281497457



Pharmacy Genius Journal is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ABSTRAK

Pendahuluan: Bunga telang (*Clitoria ternatea L.*) memiliki potensi farmakologi sebagai agen antioksidan. Bunga telang dapat dijadikan bahan untuk pembuatan minuman kombucha, yang merupakan produk hasil fermentasi teh dan gula menggunakan simbiosis bakteri dan ragi yang dikenal sebagai SCOBY. Secara umum, proses fermentasi kombucha dilakukan pada suhu ruang selama sekitar 7 hari. Suhu dan durasi fermentasi memiliki peran krusial dalam setiap tahap proses fermentasi ini

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu fermentasi 18, 25 dan 30°C dan lama waktu (hari ke-0, 3, 6, 9, 12 dan 15) terhadap sifat organoleptik dan aktivitas antioksidan yang dihasilkan

Metode: Penelitian ini merupakan eksperimen yang melibatkan analisis pengujian aktivitas antioksidan dengan metode spektrofotometer UV-Vis

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu fermentasi tidak memiliki dampak signifikan pada karakteristik organoleptik, nilai aktivitas antioksidan tidak menunjukkan perbedaan signifikan dengan nilai signifikansi ANOVA sebesar 0,678 ($p > 0,05$). Sebaliknya, lama waktu fermentasi secara nyata mempengaruhi perubahan sifat organoleptik dan aktivitas antioksidan pada teh kombucha bunga telang. Hal ini terlihat dari nilai signifikansi ANOVA IC_{50} adalah 0,000 ($p < 0,05$) untuk sifat organoleptik dan aktivitas antioksidan.

Kesimpulan: Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa suhu tidak memiliki dampak pada perubahan sifat organoleptik, kadar flavonoid, dan aktivitas antioksidan pada kombucha bunga telang. Sebaliknya, durasi fermentasi memiliki pengaruh yang signifikan pada perubahan sifat organoleptik dan aktivitas antioksidan pada teh kombucha bunga telang.

Kata Kunci: Antioksidan, Bunga Telang, Kombucha, Organoleptik

Pendahuluan

Penyakit degeneratif adalah kondisi kesehatan yang dicirikan oleh perlahan-lahan menurunnya kinerja organ tubuh. Munculnya penyakit ini dapat dipicu oleh tingginya tingkat polutan lingkungan dan radikal bebas (Arnanda dan Nuwarda, 2019). Senyawa antioksidan alami, seperti yang terkandung dalam bunga telang, dapat menghambat aktivitas radikal bebas (Budiasih, 2017).

Bunga telang adalah jenis bunga majemuk yang tumbuh di pangkal daun. Secara umum, warna bunga telang adalah ungu, tetapi ada variasi warna lain seperti biru, merah muda (pink), dan putih (Morris, 2009 dalam Biyoshi dan Geetha, 2012). Bunga telang memiliki berbagai komponen metabolit sekunder seperti tanin, fenol, triterpenoid, saponin, alkaloid, flobatanin, dan flavinoid (Budiasih, 2017).

Bunga telang mengandung senyawa flavonoid sebesar 4,65% (Styawan dan Rohmanti, 2020). Kadar flavonoid total ekstrak etanol bunga telang dalam studi lain dinyatakan sebesar 1171,10 mg/100g (Kuswandari *et al.*, 2022).

Bunga telang dapat dibuat menjadi seduhan seperti teh dan dapat juga dibuat menjadi olahan kombucha (Khaerah dan Akbar, 2019). Kombucha ialah minuman warisan yang dihasilkan dari merendam teh, biasanya teh hitam, teh hijau, dan teh oolong, bersama gula yang mengalami fermentasi dengan bantuan SCOBY (Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast). Proses fermentasi kombucha umumnya berlangsung selama 7-10 hari pada suhu kamar sekitar 25-30 °C (Neffe-Skocinska *et al.*, 2017).

Kombucha mengandung beberapa zat biokimia, seperti vitamin C, β -katekin, etanol, asam laktat, asam glukuronat, fenol, dan flavonoid. Minuman ini memberikan sejumlah manfaat positif untuk kesehatan tubuh, termasuk sifat antimikroba, efek probiotik yang mendukung pencernaan, sifat antiinflamasi, potensi anti-diabetes, dan sifat antioksidan (Bishop *et al.*, 2022). Penelitian lain menunjukkan bahwa kombucha dari daun kersen memiliki kandungan total flavonoid sebanyak 44,026 mg QE/gram, serta menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat dengan nilai IC₅₀ sekitar 7,66 ppm, dikategorikan sebagai sangat kuat (Nintiasari *et al.*, 2022).

Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh suhu dan lama waktu fermentasi kombucha terhadap perubahan sifat organoleptik dan aktivitas antioksidannya menggunakan Uji *One Way ANOVA*, jika penelitian ini menunjukkan hasil signifikan, maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Penelitian Universitas Harapan Bangsa. Variabel bebas dari penelitian ini meliputi suhu fermentasi (18, 25 dan 30 °C) dan lama waktu fermentasi (hari ke- 0, 3, 6, 9, 12 dan 15).

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, kompor, panci, saringan, termometer ruang, alat-alat gelas (toples kaca, batang pengaduk, botol timbang, beakerglass, labu ukur, pipet volume, corong kaca, botol vial), bola hisap dan Spektrofotometer UV-Vis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bunga telang yang dikeringkan, SCOBY, gula pasir, air, aquades, metanol p.a., DPPH.

Pembuatan Kombucha Bunga Telang

Air sebanyak 3 L dipanaskan hingga mencapai suhu 70 °C. Simplisia bunga telang dimasukan ke dalam rebusan air sebanyak 15 gram (0,5 % b/v) dan dibiarkan hingga warna air berubah menjadi biru keunguan. Api dimatikan, selanjutnya ditambahkan 10% (b/v) gula dan diaduk sampai seluruh gulanya larut. Seduhan teh bunga telang didinginkan sampai mencapai suhu ± 25 °C. Seduhan teh bunga telang yang telah didinginkan kemudian disaring ampasnya dan teh bunga telang dituangkan ke dalam 3 toples berukuran 1 L. Masing-masing toples ditambahkan 3% (b/v) jamur SCOBY dan 10% (v/v) starter kombucha yang telah dibuat sebelumnya (Jayabalan *et al.*, 2010). Toples berisi teh dan SCOBY ditutup rapat dengan kain yang diikat dilanjutkan dengan proses fermentasi dalam 3 kondisi suhu berbeda (yaitu 18 °C, 25 °C, dan 30 °C) selama 15 hari.

Prosedur Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik teh kombucha bunga telang dilakukan dengan mengamati aroma, rasa dan warna pada suhu 18, 25, dan 30 °C terhadap kombucha yang difermentasi pada hari ke-0, 3, 6, 9, 12, dan hari ke-15.

Prosedur Analisis

Uji Aktivitas Antioksidan (Aritonang, 2019)

a. Pembuatan larutan DPPH

Serbuk DPPH ditimbang sebanyak 5 mg dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL kemudian ditambahkan dengan metanol p.a hingga tanda batas sehingga diperoleh konsentrasinya 100 ppm.

b. Penentuan panjang gelombang DPPH

Dipipet sejumlah 2 mL dari larutan DPPH yang memiliki konsentrasi 40 ppm, lalu dimasukkan ke dalam kuvet untuk mengukur absorbansinya pada rentang panjang gelombang 400-800 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Susiloningrum dan Sari, 2020).

c. Operating time DPPH

Sebanyak 2 mL larutan DPPH dengan konsentrasi 40 ppm diambil dengan pipet, kemudian ditempatkan dalam kuvet untuk mengukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang maksimum selama periode waktu 0-60 menit, dengan interval pengukuran setiap 1 menit.

d. Pengujian aktivitas antioksidan teh kombucha bunga telang

Sampel teh kombucha bunga telang diambil menggunakan pipet dengan volume berturut-turut 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3 mL, kemudian dilarutkan dalam metanol p.a. dalam labu ukur berukuran 10 mL hingga mencapai tanda batas. Hasilnya menghasilkan seri konsentrasi sampel kombucha bunga telang sebanyak 5, 10, 15, 20, 25, dan 30%. Dari setiap konsentrasi, diambil sebanyak 2 mL larutan kombucha bunga telang dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, diikuti dengan penambahan 2 mL larutan DPPH 40 ppm.

Hasil dan Pembahasan

Hasil uji Organoleptik

Data dari penilaian organoleptik kombucha yang melibatkan variasi suhu dan durasi fermentasi menunjukkan adanya perubahan dalam aroma, rasa, dan warna kombucha bunga telang antara kondisi sebelum fermentasi dan setelah fermentasi. Informasi lebih lanjut dapat ditemukan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil uji organoleptik

Hari ke-	Suhu Fermentasi		
	18 °C	25 °C	30 °C
0	Aroma: khas bunga telang Rasa: sangat manis Warna: biru tua	Aroma: khas bunga telang Rasa: sangat manis Warna: biru tua	Aroma: khas bunga telang Rasa: sangat manis Warna: biru tua
3	Aroma: khas bunga telang + sedikit asam Rasa: manis hambar Warna: ungu kebiruan	Aroma: asam khas kombucha Rasa: manis + sedikit asam Warna: ungu cerah	Aroma: asam khas kombucha Rasa: manis+ sedikit asam Warna: biru keunguan
6	Aroma: asam khas kombucha Rasa: manis sedikit asam Warna: ungu keruh	Aroma: asam khas kombucha Rasa: asam, sedikit manis + seperti bersoda Warna: ungu cerah	Aroma: asam khas kombucha Rasa: manis sedikit asam dan bersoda Warna: biru keunguan
9	Aroma: asam khas kombucha Rasa: asam sedikit manis Warna: ungu keruh	Aroma: asam khas kombucha Rasa: asam, sedikit manis + seperti bersoda Warna: ungu cerah	Aroma : asam khas kombucha Rasa : Asam + sedikit manis Warna: violet cerah
12	Aroma: sangat asam Rasa: manis sedikit asam Warna: ungu jernih	Aroma: sangat asam Rasa: asam, sedikit manis + bersoda Warna: ungu cerah	Aroma : sangat asam Rasa : Asam Warna: violet cerah
15	Aroma: asam khas kombucha Rasa: manis sedikit asam Warna: ungu jernih	Aroma: asam khas kombucha Rasa: Sangat asam Warna: ungu cerah	Aroma : asam khas kombucha Rasa : Sangat asam Warna: violet cerah

Aroma teh kombucha bunga telang mengalami transformasi seiring berjalannya waktu fermentasi. Aroma awal yang khas dari bunga telang yang bersifat manis secara perlahan berubah menjadi aroma kombucha yang asam dan kuat. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya (Akbar *et al.*, 2023), Perubahan dalam aroma disebabkan oleh pembentukan senyawa volatil yang timbul sebagai hasil dari proses metabolisme gula yang dilakukan oleh bakteri dan ragi selama fermentasi (Sintyadewi dan Widnyani, 2021). Dalam eksperimen ini, kombucha yang mengalami fermentasi pada suhu yang berbeda menunjukkan kesamaan dalam aroma.

Observasi terhadap rasa kombucha mengungkapkan perbedaan hasil antara ketiga kondisi suhu fermentasi. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya (Aung *et al.*, 2022), Kombucha yang mengalami fermentasi pada suhu 30 °C menunjukkan rasa yang lebih asam dibandingkan dengan kombucha yang mengalami fermentasi pada suhu 18 dan 25 °C. Perbedaan ini disebabkan oleh laju fermentasi yang lebih tinggi pada suhu 30 °C dibandingkan dengan suhu 18 dan 25 °C. Selain itu, seiring berjalannya waktu fermentasi, rasa kombucha cenderung semakin

asam, dan temuan ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya (Muttaquien, 2022). Fenomena ini disebabkan oleh pemecahan gula (sukrosa) oleh ragi menjadi berbagai senyawa asam, termasuk asam asetat, asam laktat, asam glukonat, glukuronat, dan enzim invertase selama proses fermentasi (Lestari dan Sa'diyah, 2020).

Perubahan warna kombucha terjadi seiring berjalannya waktu fermentasi, yang disebabkan oleh proses degradasi warna oleh mikroba. Dalam penelitian ini, terlihat perubahan warna kombucha bunga telang dari biru tua pada hari ke-0 menjadi ungu terang pada hari ke-15. Temuan ini konsisten dengan penelitian lain yang mencatat perubahan warna kombucha dari gelap menjadi cerah dan jernih seiring dengan lamanya waktu fermentasi, yang disebabkan oleh kemampuan konsorsium mikroba dalam mendegradasi warna (Sintyadewi dan Widnyani, 2021).

Hasil Uji Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan teh kombucha bunga telang diuji menggunakan metode DPPH. Penggunaan serbuk DPPH untuk mengukur aktivitas antioksidan adalah metode umum yang digunakan dalam penelitian kimia dan biokimia. DPPH adalah senyawa organik yang berfungsi sebagai radikal bebas dan berwarna ungu. Ketika bereaksi dengan senyawa antioksidan yang memiliki kemampuan untuk menangkap radikal bebas, warnanya berubah menjadi kuning, dan ini mengindikasikan penangkapan radikal bebas oleh senyawa tersebut. Penentuan aktivitas antioksidan dinyatakan dengan hasil perhitungan nilai IC_{50} (konsentrasi dimana 50% dari DPPH telah ditangkap). Semakin kecil nilai IC_{50} suatu senyawa semakin baik aktivitas antioksidan yang dimiliki (Sari *et al.*, 2021). Hasil uji aktivitas antioksidan dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2 Hasil uji aktivitas antioksidan

Hari ke-	Nilai IC_{50} (ppm)			Rerata nilai IC_{50}
	18 °C	25 °C	30 °C	
0	19,787	19,787	19,787	19,787 ± 0,000 ^c
3	22,973	22,689	22,348	22,670 ± 0,312 ^d
6	13,786	11,894	11,143	12,274 ± 1,361 ^a
9	18,347	16,657	16,850	17,284 ± 0,925 ^b
12	18,645	15,464	15,493	16,534 ± 1,828 ^b
15	17,358	14,806	15,638	15,934 ± 1,301 ^b

Keterangan: Hasil uji ANOVA menyatakan suhu fermentasi tidak berpengaruh terhadap kadar total flavonoid teh kombucha bunga telang ($p > 0,05$). Lama waktu fermentasi berpengaruh nyata pada total flavonoid teh kombucha bunga telang ($p < 0,05$). perbedaan signifikan antar sampel ditandai dengan hirif ($p < 0,05$, uji Duncan)

IC₅₀ untuk teh kombucha bunga telang sebelum fermentasi tercatat sebesar 19,787 ppm. Setelah proses fermentasi, nilai rata-rata IC₅₀ pada kombucha bunga telang menunjukkan penurunan aktivitas antioksidan pada hari ke-3 fermentasi, dan tingkat aktivitas antioksidan yang paling rendah terlihat pada kondisi fermentasi suhu 18 °C, dengan nilai IC₅₀ sekitar 22,973 ppm. Penurunan ini diduga disebabkan oleh penambahan ragi pada kombucha bunga telang, yang kemungkinan menyebabkan penurunan sifat antioksidan kombucha secara signifikan.

Pada hari keenam fermentasi, ketiga sampel kombucha mengalami peningkatan aktivitas antioksidan yang signifikan, dengan nilai IC₅₀ terbaik tercapai pada suhu fermentasi 30 °C, yakni sekitar 11,143 ppm. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya, seperti yang diindikasikan oleh Jakubczyk et al. (2020) dan Gaggia et al. (2018). Pada hari kesembilan, nilai IC₅₀ pada ketiga sampel kembali menurun, tetapi mengalami peningkatan lagi pada hari ke-12 hingga 15. Penurunan dan peningkatan ini diduga disebabkan oleh pembentukan senyawa berpotensi yang meningkatkan aktivitas antioksidan kombucha pada periode tersebut.

Pada hari ke-15 fermentasi, dari ketiga sampel kombucha, terlihat bahwa kombucha yang mengalami fermentasi pada suhu 25 °C menunjukkan aktivitas antioksidan yang paling optimal. Hal ini terjadi karena suhu fermentasi yang optimal bagi kombucha tampaknya terjadi pada suhu 25 °C (Surono, 2004 dalam Ansumar dan Fibriaarti, 2019). Kombucha yang mengalami fermentasi pada suhu 18 °C menunjukkan aktivitas antioksidan yang optimal, kemungkinan disebabkan oleh proses fermentasi yang berlangsung di bawah suhu optimal, yang menyebabkan pembentukan senyawa antioksidan berlangsung dengan lambat (Siew *et al.*, 2007 dalam Liskowska and Berlowska, 2021). Namun, pada suhu fermentasi 30 °C, nilai IC₅₀ cenderung lebih rendah dibandingkan dengan kombucha pada suhu 25 °C. Ini mungkin terjadi karena perlakuan suhu yang lebih tinggi dan waktu inkubasi yang lebih lama dapat menyebabkan kerusakan. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya (Pangestu, 2015).

Kenaikan aktivitas antioksidan ini terkait dengan kehadiran senyawa-senyawa yang terbentuk selama proses fermentasi, seperti flavonoid, fenol, asam-asam organik, berbagai jenis vitamin, dan beberapa jenis asam amino esensial. Beberapa senyawa ini termasuk jenis antioksidan, seperti flavonoid, fenol, dan vitamin C, sehingga meningkatkan aktivitas antioksidan yang terukur dalam produk kombucha bunga telang (Pangestu, 2015).

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa suhu fermentasi tidak memengaruhi perubahan sifat organoleptik dan aktivitas antioksidan pada teh kombucha bunga telang. Namun, lama waktu fermentasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perubahan aktivitas antioksidan dan sifat organoleptik pada teh kombucha bunga telang.

Ucapan Terima Kasih

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada Universitas Harapan Bangsa dan semua pihak yang telah memberikan fasilitas dan bantuan dalam menyelesaikan pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

1. Adebo, O. A. & Medina-Meza, I. G. (2020). Impact of fermentation on the phenolic compounds and antioxidant activity of whole cereal grains: A mini review. *Molecules* **25**, 927.
2. Ansumar, A., & Fibriarti, B. L. (2019). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat (BAL) Kandidat Probiotik Dari Terasi Tradisional Di Pekanbaru. *Jurnal Universitas Riau*, 1-14.
3. Aritonang, D. (2019). *Uji aktivitas Antioksidan pada Minuman Kemasan dengan Metode DPPH*. (SKRIPSI), Institut Kesehatan Helvetia, Medan, Indonesia.
4. Arnanda, Q. P., & Nuwarda, R. F. (2019). Penggunaan Radiofarmaka Teknisium-99M Dari Senyawa Glutation dan Senyawa Flavonoid Sebagai Deteksi Dini Radikal Bebas Pemicu Kanker. *Farmaka Suplemen*, *14*(1), 1–15.
5. Aung, T., and Eun, J. (2022). Impact Of Time And Temperature On The Physicochemical , Microbiological , And Nutraceutical Properties Of Laver Kombucha (*Porphyra dentata*) During Fermentation. *Food Science and Technology*, *154*, 112643. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112643>.
6. Bishop, P., Pitts, E. R., Budner, D., & Thompson-Witrick, K. A. (2022). Chemical Composition of Kombucha. *Beverages*, *8*(45), 1–17. <https://doi.org/10.3390/beverages8030045>
7. Braune, A. & Blaut, M. (2016). Bacterial species involved in the conversion of dietary flavonoids in the human gut. *Gut. Microbes*. **7**, 216–234.
8. Budiasih, K. S. (2017). Kajian Potensi Farmakologi Bunga Telang (*Clitoria ternatea*).

Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY 2017, 21(4), 201–206.

9. Cvetkovic, D. *et al.* (2019). Survival of wild strains of *Lactobacilli* during kombucha fermentation and their contribution to functional characteristic of beverage. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* **69**, 207–415.
10. Gaggia, F. *et al.* (2018). Kombucha beverage from green, black and rooibos teas: A comparative study looking at microbiology, chemistry and antioxidant activity. *Nutrients* **11**, 1.
11. Jakubczyk, K., Kaldunska, J., Kochman, J. & Janda, K. (2020). Chemical profile and antioxidant activity of the kombucha beverage derived from white, green, black and red tea. *Antioxidants*. **9**, 447.
12. Khaerah, A., & Akbar, F. (2019). Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha dari Beberapa Varian Teh yang Berbeda. *Prosiding Seminar Nasional LP2M UNM*, 472–476.
13. Liszkowska W., and Berłowska J. (2021). Yeast Fermentation at Low Temperatures: Adaptation to Changing Environmental Conditions and Formation of Volatile Compounds. *Molecules*, 26(4): 1035. doi: [10.3390/molecules26041035](https://doi.org/10.3390/molecules26041035).
14. Muttaqien, G. P. A. (2022). *Karakteristik sifat fisikokimia teh kombucha bunga telang (SKRIPSI)*, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
15. Neffe-Skocińska, K., Sionek, B., Ścibisz, I., & Kołożyn-Krajewska, D. (2017). Acid Contents and the Effect of Fermentation Condition of Kombucha Tea Beverages on Physicochemical, Microbiological and Sensory Properties. *CYTA - Journal of Food*, 15(4), 601–607. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1321588>.
16. Sari, A. K., Ayuhecaria, N., & Febrianti, D. R. (2019). Analisis Kuantitatif Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Di Banjarmasin Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Visible. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 2(1), 7–17. <https://doi.org/10.36387/jifi.v2i1.315>.
17. Siew L.T., Daran-Lapujade P., Walsh M.C., Pronk J.T., Daran J.M. Acclimation of *Saccharomyces cerevisiae* to Low Temperature: A Chemostat-based Transcriptome Analysis. *Mol. Biol. Cell.* 2007;18:5100–5112.
18. Sintyadewi, P. R., & Widnyani, I. A. P. A. (2021). Pengaruh lama waktu fermentasi terhadap total flavonoid dan uji organoleptik kombucha teh hitam dan infusa bunga

telang. *Media Ilmiah Teknologi Pangan*, 8(2), 72–77.

19. Susiloningrum, D., & Sari, D. E. M. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan dan Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Temu Mangga (*Curcuma mangga* Valetton & Zipp) dengan Variasi Konsentrasi Pelarut. *Cendekia Journal of Pharmacy STIKES Cendekia Utama Kudus P-ISSN*, 5(2), 117–127.
20. Pangestu, D. E. (2015). *Pengaruh Suhu Dan Waktu Proses Fermentasi Terhadap Karakteristik Minuman Fungsional Kombucha Nira Tebu (Saccharum Officinarum L.) Varietas Ps 862*. (Thesis) Universitas Brawijaya.
21. Pei, J. *et al.* (2020). Isolation, purification and structural identification of a new bacteriocin made by *Lactobacillus plantarum* found in conventional kombucha. *Food Control* **110**, 106923.
22. Phung LT, Kitwetcharoen H, Chamnipa N, Boonchot N, Thanonkeo S, Tippayawat P, Klanrit P, Yamada M, Thanonkeo P. Changes in the chemical compositions and biological properties of kombucha beverages made from black teas and pineapple peels and cores. *Sci Rep.* 2023 May 15;13(1):7859. doi: 10.1038/s41598-023-34954-7. PMID: 37188725; PMCID: PMC10185518.