

PERBEDAAN METODE FIKSASI TEH DAN LAMA FERMENTASI PADA TOTAL FENOL, KAFEIN, SERTA TINGKAT KESUKAAN TEH KOMBUCHA

Effects of Tea Fixation Methods and Fermentation Time on Total Phenol, Caffeine Content, and Consumer Acceptance of Kombucha Tea

Cici Mahmuda¹ dan Pudji Astuti*²

^{1,2}Universitas Negeri Semarang

*Corresponding author, e-mail: pudjiastuti@mail.unnes.ac.id

ABSTRACT

Serious health problems such as the risk of prediabetes, decreased immune function, hypertension, and digestive disorders are increasing among young people. This condition has increased public awareness of maintaining health. In response, various foods and beverages that support health have emerged, including green tea and its derivative product, kombucha tea, which can be an alternative to address these health issues. This study investigated kombucha tea produced using different fixation methods (panning and steaming) and fermentation durations (7 and 10 days) on total phenolic content, caffeine content, and consumer preference. The analysis of total phenolic content and caffeine content employed a quantitative approach using an experimental method with a 2×2 factorial design and three replications. The research process included tea production using panning and steaming methods, followed by fermentation with starter culture and SCOBY for 7 and 10 days. Chemical analyses were then conducted to determine total phenolic and caffeine contents, along with a hedonic test using a 9-point scale. Data were analyzed using Two-Way ANOVA followed by Tukey's test for total phenolic and caffeine contents, while non-parametric Kruskal–Wallis and Mann–Whitney tests were used for hedonic data analysis. The results showed that the highest total phenolic content (1191.56 ppm) was obtained from steaming with 10 days of fermentation, while the lowest (677.22 ppm) was found in panning with 10 days of fermentation. The highest caffeine content (189.23 ppm) was observed in steaming with 7 days of fermentation, while the lowest (53.93 ppm) was found in steaming with 10 days of fermentation. The interaction between fixation method and fermentation duration ($p < 0.05$) significantly affected total phenolic content, caffeine content, and consumer preference. The steaming treatment with 10 days of fermentation produced the highest total phenolic content (1191.56 ppm) and the lowest caffeine content (53.93 ppm); however, the 7-day fermentation treatment was preferred by the panelists. Total phenolic and caffeine contents did not significantly affect sensory attributes and therefore did not influence consumer preference.

Keyword: kombucha, caffeine, fermentation, fixation method, phenols

ABSTRAK

Permasalahan kesehatan serius seperti risiko prediabetes, penurunan sistem imun, hipertensi, serta masalah pencernaan meningkat pada usia muda. Hal ini meningkatkan kesadaran manusia akan kesehatan tubuh. Menanggapi hal itu, bermunculan makanan dan minuman yang dapat menunjang kesehatan, seperti teh hijau, dengan produk turunannya teh kombucha yang dapat menjadi pilihan untuk mengatasi masalah kesehatan tersebut. Penelitian ini mengangkat eksperimen teh kombucha menggunakan metode fiksasi (*Panning* dan *steaming*) dan lama fermentasi (7 dan 10 hari) pada total fenol, kadar kafein, serta tingkat kesukaan konsumen pada teh kombucha. Uji total fenol dan kafein menggunakan pendekatan kuantitatif dengan eksperimen menggunakan rancangan faktorial 2×2 dengan 3 kali pengulangan. Proses penelitian meliputi pembuatan teh dengan metode *panning* dan *steaming*, dilanjutkan fermentasi menggunakan starter dan SCOBY selama 7 dan 10 hari, kemudian dilakukan analisis kimia berupa uji fenol dan kafein serta uji hedonik dengan 9 skala. Analisis data yang digunakan yaitu *Two Way Anova* dilanjutkan uji *Tukey* untuk analisis data total fenol dan kafein, serta uji non parameterik *Kruskall-Wallis* dan *Mann Whitney* untuk analisis data uji hedonik. Hasil analisis data menunjukkan bahwa total fenol tertinggi (1191,56 ppm) pada *steaming* 10 hari, terendah (677,22 ppm) pada *panning* 10 hari. Kafein tertinggi (189,23 ppm) pada *steaming* 7 hari, terendah (53,93 ppm) pada *steaming* 10 hari. Interaksi metode fiksasi dan lama fermentasi ($p < 0.05$) pada total fenol, kafein, dan tingkat kesukaan konsumen. Perlakuan *steaming* 10 hari menghasilkan total fenol tertinggi (1191.56 ppm) dan kafein terendah (53.93 ppm), namun fermentasi 7 hari lebih disukai panelis. Total fenol dan kafein tidak berpengaruh nyata terhadap atribut sensori sehingga tidak memengaruhi tingkat kesukaan konsumen.

Kata kunci: kombucha, kafein, fermentasi, metode fiksasi, fenol

How to Cite: Cici Mahmuda¹, Pudji Astuti*². (2026). Perbedaan Metode Fiksasi dan Lama Fermentasi pada Total Fenol, Kafein, serta Tingkat Kesukaan Konsumen. Jurnal Pendidikan Tata Boga dan Teknologi, Vol 7 (2): pp. 421-430, DOI: 10.24036/jptbt.v7i2.27275



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2019 by author

PENDAHULUAN

Hasil data SUSENAS tahun 2020–2022 menunjukkan sekitar 34–37% rumah tangga di Indonesia mengonsumsi Minuman Berpemanis Dalam Kemasan (MBDK), dengan konsumsi tertinggi didominasi teh kemasan dan minuman bersoda. Provinsi dengan tingkat konsumsi tertinggi pada tahun 2022 yaitu Nusa Tenggara Barat sebesar 56,81%, Bali 52,29%, Jawa Barat 44,18%, DKI Jakarta 44,26%, dan Sulawesi Tenggara 41,93%. Selain itu, survei YLKI tahun 2023 menunjukkan sebanyak 25,9% anak dan remaja usia di bawah 17 tahun mengonsumsi minuman berpemanis dalam kemasan setiap hari, sedangkan 31,6% lainnya mengonsumsi 2 hingga 6 kali per minggu. Konsumsi MBDK secara berlebihan diketahui dapat meningkatkan risiko diabetes tipe II hingga 18%, sehingga diperlukan alternatif minuman yang lebih sehat dan fungsional. Hal tersebut juga sejalan dengan beberapa penelitian yang membahas hubungan konsumsi minuman manis dan berpemanis buatan terhadap masalah kesehatan seperti peningkatan prediabetes serta efek buruk pada kesehatan kardiovaskular (Junita *et al.*, 2021; Krittanawong *et al.*, 2023). Berdasarkan data tersebut, diperlukan alternatif minuman yang lebih sehat untuk menunjang kebutuhan konsumen. Salah satu minuman yang kaya akan manfaat seperti teh kombucha. Teh kombucha merupakan minuman yang dihasilkan melalui proses fermentasi menggunakan *Symbiotic culture of Bacteria and Yeast* (SCOBY). Teh Kombucha memiliki senyawa bioaktif seperti polifenol, *D-saccharic acid, lacton* (DSL), etanol, serta asam-asam organik seperti, asam asetat, dan asam glukoronat, yang dapat berfungsi sebagai detoksifikasi, perlindungan sel dari radikal bebas, serta peningkatan imunitas tubuh (Khairunnisa *et al.*, 2024).

Teh sebagai bahan baku utama Teh Kombucha memiliki peranan penting dalam menentukan kualitas kimia dan fungsional produk akhir. Secara kimia, daun teh sebagai bahan baku pembuatan minuman teh, mengandung berbagai senyawa metabolik sekunder, seperti polifenol (katekin, flavonoid, dan tanin), alkaloid (kafein), asam amino, vitamin, mineral serta senyawa organik lainnya (Wang *et al.*, 2022). Menurut penelitian Degirmencioglu *et al* 2021, yang membandingkan kombucha dari berbagai jenis teh, kombucha dari teh hijau memiliki total *phenolic content* (TPC) dan kapasitas antioksidan tertinggi dibandingkan varian lain. Kafein dalam dosis rendah memiliki efek yang positif pada kinerja kognitif, memori, dan fungsi otak, namun apabila kafein dikonsumsi melebihi batasan yang dianjurkan, maka akan menyebabkan kecemasan (Rodak *et al.*, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa teh hijau dapat digunakan sebagai bahan dasar yang optimal untuk produk teh kombucha.

Metode fiksasi atau pelayuan daun teh, khususnya *panning* dan *steaming*, merupakan tahap kritis dalam pengolahan teh hijau karena sangat menentukan karakteristik kimia, kandungan polifenol, dan aktivitas antioksidan (Li *et al.*, 2022). Penelitian minuman teh hijau di Indonesia menunjukkan bahwa metode *panning* menghasilkan total fenolik dan flavonoid yang lebih tinggi dibandingkan *steaming*, meskipun dipengaruhi juga oleh perbedaan klon tanaman teh yang digunakan (Prayoga *et al.*, 2024). Studi biokimia menggunakan model *larva zebrafish* menunjukkan bahwa teh hijau hasil *panning* dan *steaming* memiliki perbedaan signifikan pada komposisi katekin, senyawa volatil, serta aktivitas biologisnya, termasuk efek penurunan lipid dan aktivitas antioksidan (Li *et al.*, 2022). Metode *steaming* dapat mempertahankan lebih banyak senyawa yang menghasilkan rasa manis segar, seperti asam amino bebas, dibandingkan metode *panning* yang menghadirkan lebih banyak senyawa dengan rasa pahit, seperti katekin (Wang & Li, 2024). Temuan-temuan tersebut menguatkan bahwa pemilihan metode *panning* dan *steaming* merupakan faktor fundamental yang dapat memengaruhi kandungan polifenol teh sebagai bahan baku kombucha.

Belum ada penelitian yang menguji interaksi antara metode fiksasi (*panning* dan *steaming*) dan lama fermentasi (7 dan 10 hari) terhadap fenol, kafein, dan sensori kombucha dari klon TRI 2024. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis perbedaan metode fiksasi teh lama fermentasi pada total fenol, kafein, serta tingkat kesukaan teh kombucha. Hipotesis penelitian ini didasarkan bahwa perbedaan metode fiksasi dan lama fermentasi akan memengaruhi kualitas teh kombucha yang dihasilkan. Hipotesis nol menyatakan bahwa metode fiksasi dan lama fermentasi tidak memberikan pengaruh nyata pada total fenol, kadar kafein, dan tingkat kesukaan teh kombucha. Sementara itu, hipotesis alternatif (H1) menyatakan bahwa metode fiksasi dan lama fermentasi berpengaruh nyata pada total fenol, kadar kafein, dan tingkat kesukaan teh kombucha. Penelitian ini perlu dilakukan sebagai upaya untuk mengisi celah ilmiah tersebut, sekaligus memberikan dasar ilmiah dalam pengembangan teh kombucha dari teh hijau dengan kualitas fungsional dan daya terima yang optimal.

BAHAN DAN METODE

Pada tahap pertama, dilakukan proses fiksasi teh. tahap fiksasi daun teh (*Camelia Sinensis*) dilakukan untuk menginaktivkan enzim *polyphenol oksidase* (PPO) dan menghentikan reaksi oksidasi yang dapat menurunkan kadar fenol. Fiksasi adalah tahapan penting dalam pengolahan teh hijau sebelum digunakan untuk fermentasi teh kombucha karena menentukan kestabilan senyawa bioaktif awal sebelum fermentasi terjadi (Prayoga et al., 2024). *Panning* merupakan metode fiksasi yang menggunakan pemanasan langsung melalui kontak panas kering pada permukaan wajan atau panci. Metode *Panning* adalah salah satu proses fiksasi atau pelayuan daun teh menggunakan alat berupa silinder panas yang akan terus berputar sehingga daun teh yang bersentuhan dengan silinder panas akan menjadi layu (Sugandi et al., 2022). Pucuk daun teh disortasi dan *triming*, kemudian dilayukan dalam suhu wajan 150 °C selama 5 menit sambil diaduk, lalu diamkan hingga suhu turun, kemudian digulung dengan cara manual, lalu dilanjutkan dengan proses pengeringan dengan suhu 90 °C selama 65 menit. Suhu *panning* dijaga menggunakan termometer inframerah, dan wajan dipanaskan terlebih dahulu hingga suhu rata-rata 150 °C. Metode *steaming* merupakan fiksasi menggunakan panas basah atau uap panas. Daun teh yang sudah di sortasi dan *trimming*, dilayukan selama 5 menit dengan suhu 100 °C, lalu diamkan daun teh sampai suhu menurun. Kemudian daun teh digulung lalu dikeringkan dengan suhu 90 °C selama 70 menit dikarenakan daun teh lebih basah karena uap air sisa pelayuan basah.

Proses pengolahan teh kombucha dimulai dari mempersiapkan alat dan bahan. Peralatan yang digunakan berupa wadah fermentasi, panci, saringan, kain penutup, termometer, serta tali atau benang untuk menutup wadah fermentasi. Wadah fermentasi berbahan kaca, terlebih dahulu melalui proses sterilisasi. Bahan yang dibutuhkan berupa daun teh dengan 2 metode fiksasi (*Panning* dan *Steaming*), gula pasir, starter kombucha, scoby berdiameter 10 cm dengan ketebalan 2 cm, air untuk menyeduh daun teh. Takaran untuk setiap metode yaitu 10 g daun teh, 100 g gula pasir, 100 ml starter dan 900 ml air untuk seduhan daun teh. Proses pembuatan teh kombucha dimulai dari pemanasan air, lalu pencampuran gula dan daun teh (*panning* dan *steaming*), lalu penyaringan ampas teh, kemudian pendinginan, setelah itu penambahan starter kombucha ke dalam teh manis kemudian wadah fermentasi ditutup kain bersih dengan lilitan tali atau benang. Lakukan fermentasi selama 7 dan 10 hari di suhu ruang berkisar 22 °C hingga 26 °C.

Pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen dengan rancangan faktorial 2 × 2 yang digunakan pada penelitian ini untuk menganalisis pengaruh metode fiksasi (*panning* dan *steaming*) serta lama fermentasi (7 dan 10 hari) pada total fenol, kafein, serta tingkat kesukaan teh kombucha. Sampel teh kombucha yang dianalisis pada setiap pengujian sebanyak 50 ml. Sampel untuk pengujian total fenol direaksikan menggunakan reagen *Follin-Ciocalteu* serta larutan natrium karbonat, setelah itu diinkubasi selama 30 menit di suhu ruang. Absorbansi yang diukur menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 765 nm. Kurva standar asam galat digunakan untuk penentuan total fenol serta dinyatakan sebagai mg *Gallic Acid Equivalent* (GAE) (Latimer, 2023). Kadar kafein ditentukan menggunakan instrumen *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Pemisahan menggunakan kolom C18 (150 × 4,6 MM; 5 µm) dengan fase gerak metanol dan air (50:50, v/v) secara isokratik. Laju alir diatur sebesar 1,0 mL/menit dan pendeteksian menggunakan detektor UV pada panjang gelombang 273 nm. Kadar kafein ditentukan berdasarkan kurva standar kafein. Setiap sampel dilakukan 3 kali pengulangan. Sampel daun teh menggunakan daun teh jenis TRI 2024 dengan umur pucuk 50-60 hari, yang diperoleh dari Perkebunan Teh Tanjungsari, Wonosobo.

Data hasil uji fenol dan kafein di analisis menggunakan uji normalitas dan homogenitas kemudian *Two Way ANOVA*, ketika ditemukan nilai ($p < 0,05$) yang menyatakan bahwa adanya perbedaan nyata antar kelompok, maka dilanjutkan dengan uji *Tukey* untuk melihat perbedaan setiap perlakuan. Uji tingkat kesukaan menggunakan 41 panelis semi terlatih dengan rentang 20-25 tahun. Setiap panelis diberi pelatihan sensori meliputi, aroma, rasa, dan warna khas kombucha dan penggunaan skala pengujian berupa nilai 1 hingga 9. Penilaian menggunakan skala 9 titik seperti, skala 1 adalah amat sangat tidak suka, 2 adalah sangat tidak suka, 3 adalah tidak suka, 4 adalah agak tidak suka, 5 adalah netral, 6 adalah agak suka, 7 adalah suka, 8 adalah sangat suka, serta 9 adalah amat sangat suka. Penggunaan skala tersebut untuk menilai tingkat penerimaan panelis pada produk teh kombucha di setiap perlakuan. Kemudian data di analisis dengan uji non-parametrik berupa *Kruskal-Wallis* yang dapat mendeteksi adanya perbedaan nyata antar kelompok perlakuan dan apabila nilai $p < 0,05$ maka akan dilakukan uji lanjutan *Mann-Whitney* untuk mendeteksi perlakuan mana yang berbeda nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbedaan metode fiksasi daun teh dan lama fermentasi pada produk teh kombucha menghasilkan variasi karakteristik kimia dan sensori. Kondisi awal bahan akibat perlakuan fiksasi berperan dalam

menentukan stabilitas senyawa bioaktif, yang selanjutnya mengalami transformasi selama fermentasi oleh aktivitas mikroorganisme. Perubahan tersebut tidak hanya mempengaruhi kandungan fenol dan kafein, tetapi juga berkontribusi terhadap pembentukan atribut sensori yang menentukan tingkat kesukaan konsumen. Data harus diuji normalitas dan homogenitas untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal dan homogen sebelum dilakukan uji lanjutan. Hasil uji normalitas dapat terlihat pada tabel 1 serta uji homogenitas terdapat pada tabel 2.

Tabel 1. Hasil uji normalitas (*Shapiro-Wilk*) total fenol dan kafein Teh Kombucha

Parameter	Perlakuan	Sig.
Total Fenol	Panning hari ke-7	0,201
	Steaming hari ke-7	0,483
	Panning hari ke-10	0,797
	Steaming hari ke-10	0,240
Kafein	Panning hari ke-7	0,901
	Steaming hari ke-7	0,889
	Panning hari ke-10	0,493
	Steaming hari ke-10	0,535

Keterangan:
Apabila nilai $p > 0,05$ maka data berdistribusi normal

Tabel 2. Hasil uji homogenitas (*Levene's Test*) total fenol dan kafein Teh Kombucha

Parameter	Sig.
Total Fenol	0,195
Kafein	0,654

Keterangan:
Apabila nilai $p > 0,05$ maka data antar kelompok homogen

Uji normalitas pada data menunjukkan nilai $p > 0,05$ yang artinya data berdistribusi normal. Sedangkan uji homogenitas menggunakan *Levene's Test* juga menunjukkan nilai $p > 0,05$ yang artinya varian pada tiap kelompok perlakuan bersifat homogen. Hal tersebut berarti, data telah memenuhi untuk dianalisis menggunakan uji parametrik Two-Way ANOVA. Hasil uji Two Way ANOVA tersaji pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji Two-Way ANOVA Pengaruh Metode Fiksasi dan Lama Fermentasi

Parameter	Perlakuan	F Hitung	Sig.	Keterangan
Total Fenol	Fermentasi	0,085	0,778	Tidak berpengaruh nyata
	Metode	87,828	0,000	Berpengaruh nyata
	Fermentasi × Metode	86,683	0,000	Terdapat interaksi yang signifikan
Kafein	Fermentasi	100,809	0,000	Berpengaruh nyata
	Metode	10,050	0,013	Berpengaruh nyata
	Fermentasi × Metode	525,465	0,000	Terdapat interaksi yang signifikan

Keterangan:
Apabila nilai $p < 0,05$ maka perlakuan berpengaruh nyata
Interaksi signifikan menunjukkan bahwa pengaruh fermentasi dipengaruhi oleh metode fiksasi yang digunakan.

Uji *Two Way ANOVA* menunjukkan bahwa metode fiksasi berpengaruh nyata terhadap total fenol teh kombucha dengan nilai 0,000 ($p < 0,05$), sedangkan lama fermentasi tidak berpengaruh nyata terhadap total fenol dengan nilai 0,778 ($p > 0,05$). Namun demikian, adanya interaksi yang signifikan antara metode fiksasi serta lama fermentasi pada total fenol yang terlihat ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan adanya pengaruh metode fiksasi pada total fenol pada total fenol yang dipengaruhi oleh lama fermentasi. Pada kadar kafein, lama fermentasi ($p < 0,05$), yang artinya berpengaruh nyata. Begitu pula metode fiksasi yang menunjukkan pengaruh nyata dengan nilai 0,013 ($p < 0,05$). Selain itu, metode fiksasi dan lama fermentasi juga memberikan pengaruh terhadap kadar kafein dengan nilai ($p < 0,05$). Dapat dikatakan bahwa perubahan kadar kafein pada teh kombucha dipengaruhi oleh kombinasi perlakuan metode fiksasi dan lama fermentasi. Uji tukey diperlukan untuk mendeteksi perlakuan mana yang berbeda nyata. Hasil analisis data dapat dilihat pada tabel 4.

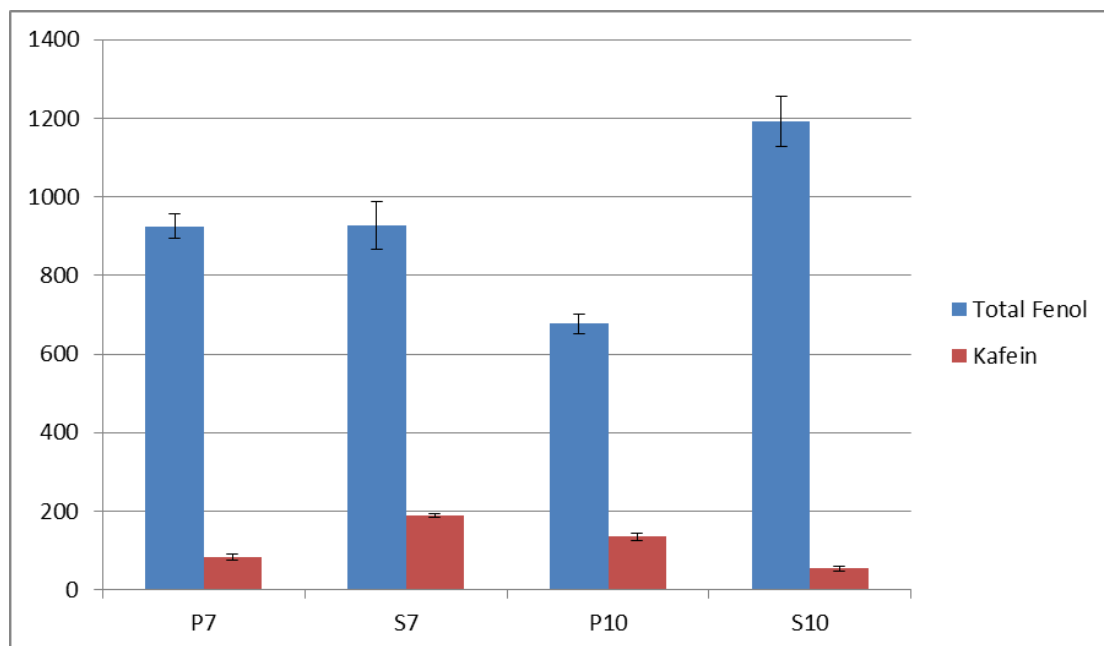
Tabel 4. Hasil Uji *Tukey* Total Fenol dan Kafein

Perlakuan	Mean ± Stdev		n
	Total Fenol ppm	Kafein ppm	
Panning hari ke-7	925,5273 ± 30,130 ^a	82,2323 ± 7,985 ^a	3
Steaming hari ke-7	927,215 ± 59,443 ^a	189,232 ± 5,319 ^b	3
Panning hari ke-10	677,215 ± 25,779 ^b	135,311 ± 9,153 ^c	3
Steaming hari ke-10	1191,5610 ± 63,165 ^c	53,9260 ± 5,277 ^d	3

Keterangan:

a,b,c,d = notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf 5% uji tukey. Nilai yang disajikan adalah nilai rata-rata (mean) ± standar deviasi.

Berikut ini disajikan gambar grafik nilai *mean* disertai dengan error bar pada parameter total fenol dan kafein teh kombucha:

**Gambar 1.** Grafik batang dan error bar hasil analisis data total fenol dan kafein teh kombucha

Pada *figure 1*, menggambarkan tidak adanya perbedaan yang nyata antara perlakuan *panning* hari ke-7 (925,5273 ppm) dan *steaming* hari ke-7 (927,215 ppm). Sedangkan pada perlakuan lainnya menunjukkan perbedaan yang signifikan. Metode *Panning* mengalami penurunan kadar fenol pada fermentasi hari ke-10 sebanyak 248,3 ppm dengan total fenol (677,215 ppm). Sedangkan pada perlakuan *steaming*, menunjukkan peningkatan kandungan fenol pada lama fermentasi hari ke-10 (264,4 ppm) dengan total fenol (1191,5610 ppm). Hal ini diperkuat oleh penelitian yang membahas perlakuan *steaming* terbukti meningkatkan kandungan total fenol akibat penurunan aktivitas *polyphenol oksidase* (PPO) (Nurhayati et al., 2018). Peningkatan total fenol selama fermentasi terjadi karena aktivitas mikroorganisme SCOBY yang menghidrolisis senyawa kompleks menjadi bentuk fenolik yang lebih sederhana dan lebih efektif secara biologis (Kim et al., 2023). Sebaliknya, penurunan total fenol pada metode *panning* pada fermentasi hari ke-10 diduga disebabkan oleh pemanasan langsung selama proses *panning* yang mempercepat oksidasi dan degradasi katekin serta flavonoid sebelum fermentasi berlangsung. Kondisi tersebut menyebabkan jumlah substrat fenolik yang tersedia menjadi lebih rendah dan selama fermentasi lanjutan sebagian senyawa fenolik dimanfaatkan kembali oleh mikroorganisme SCOBY sebagai substrat metabolisme. Selama fermentasi kombucha beberapa flavonoid mengalami penurunan konsentrasi akibat transformasi metabolik mikroba, meskipun beberapa asam fenolat meningkat (Noronha et al., 2022). Fenol merupakan salah satu antioksidan kuat yang berperan sebagai penangkal radikal bebas. Peningkatan kadar fenol pada metode *steaming* hari ke-10 menunjukkan bahwa lama fermentasi dapat menghasilkan teh kombucha dengan total fenol yang optimal.

Pada parameter kafein, seluruh perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan pada metode *panning* hari ke-7 (82,2323 ppm) dan mengalami peningkatan pada hari ke-10 sebanyak 53,1 ppm dengan kadar kafein (135,311 ppm). Sedangkan *steaming* hari ke-7 (189,232 ppm) mengalami penurunan pada hari ke-10 sebanyak 135,3 ppm dengan kadar kafein (53,9260 ppm). Tingginya kadar kafein pada perlakuan *steaming* hari ke-7 dikarenakan belum terjadinya degradasi kafein secara signifikan pada tahap awal fermentasi.

Perbedaan pola perubahan kadar kafein antara metode *steaming* dan *panning* dipengaruhi oleh interaksi jenis perlakuan panas dan dinamika fermentasi. Pada metode *steaming*, permeabilitas jaringan daun teh meningkat sehingga kafein lebih mudah terekstraksi pada tahap awal, menghasilkan kadar kafein yang tinggi pada hari ke-7. Namun seiring bertambahnya waktu fermentasi, aktivitas mikroorganisme yang memanfaatkan kafein sebagai sumber nitrogen bagi mikroorganisme sehingga menyebabkan degradasi sehingga kadar kafein menurun pada hari ke-10 (Thompson-Witrick et al., 2024). Sebaliknya, pada metode *panning*, perlakuan panas kering menyebabkan kafein berikatan dengan senyawa polifenol dalam daun teh. Kafein diduga dapat membentuk kompleks dengan polifenol (katekin) seperti *epigallocatechin gallate* (EGCG), sehingga sebagian kafein berada dalam bentuk terikat dan tidak langsung tersedia sebagai kafein bebas. Hal ini juga terlihat pada penelitian yang mengatakan adanya kompleks bimolekuler antara kafein dan polifenol (katekin) dalam ekstrak teh (Mattoli et al., 2018). Selain itu, kompleksasi ini dapat memengaruhi kelarutan dan menyebabkan sebagian kafein tidak terlarut secara optimal (Zhang et al., 2022). Akibatnya, pada tahap awal fermentasi hari ke-7, kadar kafein yang terukur relatif rendah karena masih berada dalam bentuk kompleks. Namun, selama fermentasi berlangsung, kondisi asam dan aktivitas enzimatis mikroorganisme mampu memecah kompleks tersebut sehingga melepaskan kafein bebas dan menyebabkan peningkatan kadar kafein pada hari ke-10.

Kandungan kafein dalam 50 ml/sampel pada perlakuan *panning* hari ke-7 berkisar 4,11 mg, *steaming* hari ke-7 berkisar 9,46 mg, *panning* hari ke-10 berkisar 6,77 mg, serta *steaming* hari ke-10 berkisar 2,70 mg. Menurut Badan Standardisasi Nasional (2006), standar batas konsumsi kafein yang tercantum dalam SNI 01-7152-2006 berkisar 150 mg/hari dengan 50 mg/sajian. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan, tingkat konsumsi kafein dari produk teh kombucha tidak beresiko terhadap kesehatan. Apabila dikonsumsi dalam jumlah yang wajar maka akan meningkatkan performa kognitif seperti kecepatan respon dalam berbagai tugas kognitif (Lorenzo Calvo et al., 2021).

Data tingkat kesukaan dianalisis melalui uji *Kruskal-Wallis* yang bertujuan untuk melihat perbedaan metode fiksasi dan lama fermentasi pada tingkat kesukaan panelis. Hasil menunjukkan bahwa parameter aroma (0,03), rasa (0,00), dan kesukaan keseluruhan (0,00) yang artinya ($p < 0,05$), sehingga ada perbedaan pada setiap perlakuan. Sementara itu, parameter warna ($p = 0,11$) memiliki nilai ($p > 0,05$), yang mengindikasikan parameter tersebut tidak memberikan perbedaan nyata pada tingkat kesukaan panelis. Parameter aroma, rasa, dan kesukaan keseluruhan, perlu dilakukan uji *Mann-Whitney*. Uji *Mann-Whitney* dilakukan untuk melihat perlakuan mana yang berbeda nyata pada setiap kelompok. Uji lanjut *Mann-Whitney* disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata ± Standar Deviasi Tingkat Kesukaan (Skala 1-9) Teh Kombucha

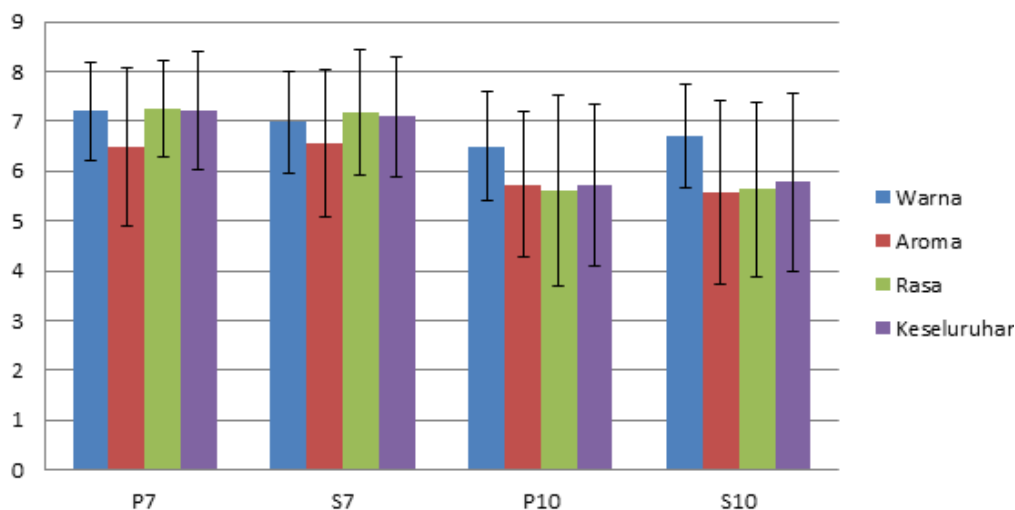
Perlakuan	Mean ± Stdev			
	Warna	Aroma	Rasa	Keseluruhan
Panning (hari ke-7)	7,20 ± 0,98 ^a	6,49 ± 1,6 ^a	7,24 ± 0,97 ^a	7,22 ± 1,2 ^a
Steaming (hari ke-7)	6,98 ± 1,1 ^{ab}	6,56 ± 1,5 ^a	7,17 ± 1,3 ^a	7,10 ± 1,2 ^a
Panning (hari ke-10)	6,49 ± 1,1 ^{bc}	5,73 ± 2,2 ^b	5,61 ± 1,9 ^b	5,71 ± 1,7 ^b
Steaming (hari ke-10)	6,71 ± 1,1 ^b	5,56 ± 1,9 ^b	5,64 ± 1,8 ^b	5,78 ± 1,8 ^b

Keterangan:

a,ab,b,bc = notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf 5% uji mann-whitney. Nilai yang disajikan adalah nilai rata-rata (mean) ± standar deviasi.

Berikut ini disajikan gambar radar hasil analisis uji hedonik dengan 2 metode fiksasi dan 2 lama fermentasi, serta parameter uji hedonik: Pada parameter warna, perlakuan *panning* hari ke-7 menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi dengan rata-rata 7,20, dibandingkan perlakuan *steaming* hari ke-7 (6,98), *panning* hari ke-10 (6,49), *steaming* hari ke-10 (6,71). Perubahan senyawa fenolik dan pigmen selama masa fermentasi menyebabkan perbedaan warna. Waktu fermentasi yang lebih lama menyebabkan perubahan warna akibat degradasi senyawa teh dan peningkatan reaksi oksidatif, yang juga diikuti oleh perubahan pH dan komposisi kimia minuman (Salinas-Ruiz et al., 2026a). Perlakuan *panning* hari ke-7 juga disebabkan oleh pengaruh metode fiksasi panas kering sehingga daun teh melalui reaksi *non-enzimatis maillard*.

Pada parameter aroma, perlakuan dengan masa fermentasi lebih lama seperti *panning* hari ke-10 (5,73) dan *steaming* hari ke-10 (5,56) memiliki tingkat kesukaan lebih rendah dibandingkan *panning* hari ke-7 (6,49) dan *steaming* hari ke-7 (6,56). Peningkatan waktu fermentasi menyebabkan peningkatan senyawa volatil termasuk asam asetat dan senyawa aromatik lainnya yang dapat mengubah profil aroma secara signifikan (Dartora et al., 2023). Sehingga berdasarkan waktu fermentasi maka, perlakuan hari ke-7 yang menjadi pilihan tingkat kesukaan konsumen dengan metode *steaming* sebagai perlakuan terbaik.



Gambar 2. Tingkat kesukaan panelis pada warna, aroma, rasa dan kesukaan keseluruhan teh kombucha di setiap perlakuan

Pada parameter rasa, perlakuan *panning* hari ke-7 (7,24) dan *steaming* hari ke-7 (7,17), menunjukkan tingkat kesukaan lebih tinggi dibandingkan *panning* hari ke-10 (5,61) dan *steaming* hari ke-10 (5,63). Hal ini berkaitan dengan peningkatan asam organik selama fermentasi. Sebaliknya, fermentasi yang lebih singkat menghasilkan keseimbangan rasa manis dan asam lebih disukai. Peningkatan waktu fermentasi secara signifikan meningkatkan total asam dan menurunkan *pH* yang berdampak pada penurunan tingkat kesukaan konsumen (Salinas-Ruiz et al., 2026b). Penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa fermentasi 7 hari menghasilkan karakter rasa yang lebih seimbang dan lebih disukai dibandingkan fermentasi yang lebih lama (Khaerah & Ardianto, 2023).

Hasil parameter keseluruhan, perlakuan *panning* hari ke-7 (7,22) menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan *panning* hari ke-10 (5,71) dan *steaming* hari ke-10 (5,78). Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi metode fiksasi teh dan lama fermentasi yang tepat, dapat menghasilkan teh kombucha dengan profil sensori yang lebih disukai. Secara keseluruhan, kualitas kombucha ditentukan oleh interaksi kompleks antara senyawa bioaktif teh dan metabolit hasil fermentasi. Faktor proses seperti lama fermentasi merupakan variabel utama yang menentukan tingkat kesukaan konsumen terhadap teh kombucha secara keseluruhan, termasuk warna, aroma, dan rasa (Lia et al., 2024). Namun pada metode *panning* dan *steaming* perbedaan tingkat kesukaan tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan oleh tingkat sensitivitas panelis dalam membandingkan teh kombucha dengan perlakuan *panning* dan *steaming*. Akan tetapi, berdasarkan waktu fermentasi hari ke-7 dan hari ke-10, hasil analisis berbeda nyata. Hal ini disebabkan oleh sensitivitas panelis dalam mendeteksi perubahan profil warna, aroma, dan rasa teh kombucha.

Keterbatasan penelitian ini adalah tidak dilakukan uji aktivitas antioksidan, tidak mengukur profil asam organik, serta panelis terbatas pada usia muda dan implikasinya terhadap generalisasi. Perlu dilakukan fermentasi dua tahap seperti 7 hari masa fermentasi untuk uji sensori kemudian dilanjutkan fermentasi tambahan untuk meningkatkan fenol atau enkapsulasi polifenol pasca-fermentasi..

KESIMPULAN

Metode fiksasi dan lama fermentasi berpengaruh signifikan terhadap total fenol dan kafein. Metode fiksasi *steaming* pada fermentasi 10 hari menghasilkan total fenol tertinggi (1191,56 ppm) dan kadar kafein terendah (53,93 ppm), sementara fermentasi 7 hari (baik *panning* maupun *steaming*) lebih disukai panelis. Penelitian ini memberikan dasar ilmiah untuk produksi kombucha fungsional dengan kadar fenol tinggi namun tetap disukai melalui optimasi dua tahap fermentasi. Temuan sensori berupa, fermentasi selama 7 hari lebih disukai, tanpa perbedaan nyata antar metode fiksasi.

DAFTAR REFERENSI

- CISDI. (2023). Lembar Fakta Konsumsi MBDK di Indonesia: Data SUSENAS 2020–2022. *Cisdi*, 2–3. <https://cisdi.org/riset-dan-publikasi/publikasi/dokumen/factsheet-konsumsi-mbdk-di-indonesia>
- Dartora, B., Hickert, L. R., Fabricio, M. F., Ayub, M. A. Z., Furlan, J. M., Wagner, R., Perez, K. J., & Sant'Anna, V. (2023). Understanding the effect of fermentation time on physicochemical characteristics, sensory attributes, and volatile compounds in green tea kombucha. *Food Research International*, 174. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113569>
- De Noronha, M. C., Cardoso, R. R., dos Santos D'Almeida, C. T., Vieira do Carmo, M. A., Azevedo, L., Maltarollo, V. G., Júnior, J. I. R., Eller, M. R., Cameron, L. C., Ferreira, M. S. L., & Barros, F. A. R. de. (2022). Black tea kombucha: Physicochemical, microbiological and comprehensive phenolic profile changes during fermentation, and antimalarial activity. *Food Chemistry*, 384, 132515. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132515>
- Degirmencioglu, N., Yıldız, E., Sahan, Y., Guldaz, M., & Gürbüz, O. (2021). Impact of tea leaves types on antioxidant properties and bioaccessibility of kombucha. *Journal of Food Science and Technology*, 58(6), 2304–2312. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04741-7>
- Latimer, George W, Jr. (2023). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNASIONAL*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001>
- Junita, Siregar, S., Sunanda Putra, E., Studi Sarjana Terapan Keperawatan, P., Keperawatan, J., Kemenkes Jambi, P., Studi Diploma Tiga Teknologi Laboratorium Medis, P., Analisis Kesehatan, J., Unggulan IPTEK, P., & Studi Diploma Tiga Keperawatan, P. (2021). Interaksi konsumsi minuman manis dengan risiko prediabetes pada remaja Kota Jambi. *Riset Informasi Kesehatan*, 10(2). <https://doi.org/10.30644/rik.v8i2.538>
- Khaerah, A., & Ardianto. (2023). Organoleptic Test of Kombucha Made from Various Tea Sources and Fermentation Time. *Bioeduscience*, 7(1), 8–14. <https://doi.org/10.22236/jbes/7110797>
- Khairunnisa, A., Latifasari, N., & Dyah Kurniawati, A. (2024). *Kombucha Dan Sifat Fungsionalnya: Studi Pustaka [Kombucha and its Functional Properties: A Review]* (Vol. 9, Nomor 5). JSTP. <https://doi.org/10.63071/42pr8595>
- Kim, H., Hur, S., Lim, J., Jin, K., Yang, T., Keehm, I., Kim, S. W., Kim, T., & Kim, D. (2023). Enhancement of the phenolic compounds and antioxidant activities of Kombucha prepared using specific bacterial and yeast. *Food Bioscience*, 56, 103431. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103431>
- Krittanawong, C., Qadeer, Y. K., Wang, Z., Nadolsky, K., Virani, S., & Lavie, C. J. (2023). Sugar-Sweetened and Artificially Sweetened Beverages Consumption and Risk of Cardiovascular Health. *American Journal of Medicine*, 136(2), 163–171. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2022.10.003>
- Li, M., Guo, L., Zhu, R., Yang, D., Xiao, Y., Wu, Y., Zhong, K., Huang, Y., & Gao, H. (2022). Effect of Fixation Methods on Biochemical Characteristics of Green Teas and Their Lipid-Lowering Effects in a Zebrafish Larvae Model. *Foods*, 11(11), 1582. <https://doi.org/10.3390/foods11111582>
- Lia, R., Shalehah, A., Jannah, M., Muslimin, M. I., & Aini, K. (2024). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Mutu Organoleptik pada Proses Pembuatan Teh Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.). *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 6(02), 494–501. <https://doi.org/10.53863/kst.v6i02.1148>
- Lorenzo Calvo, J., Fei, X., Domínguez, R., & Pareja-Galeano, H. (2021). Caffeine and Cognitive Functions in Sports: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 13(3), 868. <https://doi.org/10.3390/nu13030868>
- Mattoli, L., Mercati, V., Burico, M., Bedont, S., Porchia, M., Tisato, F., D'Aronco, S., Crotti, S., Agostini, M., & Traldi, P. (2018). Experimental Evidence of the Presence of Bimolecular Caffeine/Catechin Complexes in Green Tea Extracts. *Journal of Natural Products*, 81(11), 2338–2347. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.8b00168>
- Badan Standardisasi Nasional (2006). *Bahan Tambahan Pangan Persyaratan Perisa dan Penggunaan Dalam Produk Pangan SNI 01-7152-2006*. <https://www.scribd.com/document/374736455/SNI-01-7152-2006-Bahan-tambahan-pangan-Persyaratan-perisa-dan-penggunaan-dalam-produk-pangan-pdf>
- Nurhayati, N., Marseno, D. W., Setyabudi, F. S., & Supriyanto, S. (2018). Pengaruh Steam Blanching terhadap Aktivitas Polifenol Oksidase, Total Polifenol dan Aktivitas Antioksidan Biji Kakao. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 7(3). <https://doi.org/10.17728/jatp.2314>
- Prayoga, M. K., Syahrian, H., Rahadi, V. P., Maulana, H., Shabri, S., Akhdya, A., Martono, B., Santoso, T. J., & Utami, D. W. (2024). Stabilitas Parameter Kualitas 35 Klon Teh Sinensis (*Camellia Sinensis* var. *Sinensis*) Yang Diolah Menjadi Teh Hijau Dengan Metode Panning dan Steaming. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 7(2), 70–78. <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v7i2.505>
-

-
- Rodak, K., Kokot, I., & Kratz, E. M. (2021). Caffeine as a Factor Influencing the Functioning of the Human Body—Friend or Foe? *Nutrients*, *13*(9), 3088. <https://doi.org/10.3390/nu13093088>
- Salinas-Ruiz, J. P., Guevara García, J., Rios Tovar, D., Cruz Cabrera, R. P., & Torrico, D. D. (2026a). Effects of Fermentation Time and Temperature on the Physicochemical Quality of Kombucha. *Foods*, *15*(7), 1–14. <https://doi.org/10.3390/foods15071226>
- Sugandi, W. K., Sita, K., Herwanto, T., & Habsari, S. (2022). Energy Analysis on the Processing of Green Tea. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, *11*(2), 206. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v11i2.206-217>
- Thompson-Witrick, K. A., Sundman, O., Disselkoen, S., Hanson, N., Butler, C., Jordan, V., Galbraith, I., Spake, J., Pollock, S., & Budner, D. M. (2024). Impact of Water Ionic Chemistry on Kombucha Fermentation. *Beverages*, *10*(4), 1–12. <https://doi.org/10.3390/beverages10040108>
- Wang, J., & Li, Z. (2024). Effects of processing technology on tea quality analyzed using high-resolution mass spectrometry-based metabolomics. *Food Chemistry*, *443*, 138548. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138548>
- Zhang, G., Cao, Y., Mei, S., Guo, Y., Gong, S., Chu, Q., & Chen, P. (2022). Another perspective to explain green tea cream: Utilizing engineered catechin-caffeine complex. *Food Research International*, *158*, 111542. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111542>