

Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan Kombucha Daun Kecapi (*Sandoricum koetjape*)

*The Effect of Fermentation Time on The Content of Kombucha From Sentul Leaves (*Sandoricum koetjape*)*

Sarmila^{1*}, Muhammad Fajri Romadhan¹

¹Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Kesehatan, Universitas Sahid

*Email Koresponden: sarmilla1@gmail.com

Received : 25 April 2025 | Accepted : 14 Juli 2025 | Published : 14 Juli 2025

Kata Kunci	ABSTRAK
daun kecap, kombucha, lama fermentasi, organoleptik, total fenol Copyright (c) 2025 Authors Sarmila, Muhammad Fajri Romadhan  This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.	Kombucha merupakan minuman hasil fermentasi yang mengandung berbagai senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan. Kandungan senyawa tersebut dapat dipengaruhi oleh lama fermentasi dan jenis bahan baku yang digunakan. Daun kecap (<i>Sandoricum koetjape</i>) diketahui kaya akan senyawa metabolit dan berpotensi sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan kombucha. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi selama 6, 7, 8, 9, dan 10 hari terhadap karakteristik kimia dan organoleptik kombucha daun kecap. Parameter yang dianalisis meliputi kandungan total fenol, vitamin C, pH, kadar alkohol, serta uji organoleptik yang mencakup uji hedonik dan uji skor mutu. Hasil menunjukkan fermentasi 7 hari menghasilkan kualitas terbaik dengan kandungan bioaktif tinggi dan penerimaan panelis yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa waktu fermentasi memengaruhi kualitas kombucha secara signifikan. Kombucha daun kecap berpotensi dikembangkan sebagai minuman fungsional alami, dan penelitian lanjutan diperlukan untuk mengkaji kandungan senyawa bioaktif lain seperti senyawa asam organik.
Keywords	ABSTRACT
sentul leaf, kombucha, fermentation duration, organoleptic, total phenol.	Kombucha is a fermented beverage that contains various bioactive compounds beneficial for health. The content of these compounds can be influenced by the fermentation time and the type of raw materials used. The leaves of the Sentul tree (<i>Sandoricum koetjape</i>) are known to be rich in metabolic compounds and have the potential to serve as an

alternative raw material in kombucha production. This study aimed to investigate the effect of fermentation time (6, 7, 8, 9, and 10 days) on the chemical and organoleptic characteristics of Sentul leaf kombucha. The parameters analyzed included total phenol content, vitamin C, pH, alcohol content, as well as organoleptic tests consisting of hedonic tests and quality score tests. The results showed that a 7-day fermentation period produced the best quality, with high bioactive compound content and good acceptance by the panelists. This indicated that fermentation time significantly influenced the kombucha's quality. Sentul leaf kombucha has the potential to be developed as a natural functional beverage, and further research is needed to explore other bioactive compounds, such as organic acids.

1. PENDAHULUAN

Kombucha merupakan minuman fermentasi tradisional yang berkembang menjadi pangan fungsional karena mengandung senyawa bioaktif yang dihasilkan dari aktivitas mikroorganisme selama fermentasi (Filippis et al., 2018). Fermentasi kombucha melibatkan penggunaan SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*), yaitu kultur gabungan antara bakteri dan ragi yang hidup secara simbiotik (Leal et al., 2018). Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi kombucha di antaranya adalah bakteri asam asetat seperti *Acetobacter xylinum*, bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus*, serta ragi dari genus *Saccharomyces* dan *Zygosaccharomyces*. Selama fermentasi, mikroorganisme ini mengubah gula menjadi berbagai metabolit seperti asam organik, vitamin, dan senyawa fenolik yang berkontribusi terhadap manfaat fungsional kombucha (Suhardini & Zubaidah, 2016).

Salah satu pengembangan kombucha yang potensial adalah penggunaan daun tanaman lokal yang kaya akan senyawa bioaktif sebagai bahan baku. Salah satunya adalah daun kecap (*Sandoricum koetjape*), yang dikenal dalam pengobatan tradisional dan dilaporkan mengandung senyawa metabolit seperti flavonoid dan fenol (Hapid et al., 2023). Senyawa flavonoid merupakan bagian dari golongan fenol alam yang memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antikanker, dan antihipertensi (Purnama, 2017). Ekstrak daun kecap diketahui memiliki kandungan total fenol sebesar 3,1469 mg/g (Saadah & Tulandi, 2020), yang menjadikan tanaman ini berpotensi tinggi sebagai sumber antioksidan alami dalam produk pangan fungsional (Hamzah et al., 2020).

Selama proses fermentasi, kandungan senyawa bioaktif seperti fenol dan vitamin dalam kombucha umumnya meningkat, dipengaruhi oleh aktivitas enzimatik mikroorganisme. Oleh karena itu, lama fermentasi menjadi salah satu faktor penting yang menentukan kualitas kimia dan sensori kombucha (Nisak, 2023). Fermentasi yang terlalu singkat mungkin belum menghasilkan kandungan metabolit yang optimal, sedangkan fermentasi yang terlalu lama dapat menurunkan mutu sensori akibat peningkatan keasaman atau penurunan senyawa bioaktif (Bishop et al., 2022). Beberapa penelitian menunjukkan variasi hasil senyawa bioaktif tergantung bahan baku dan lama fermentasi. Sebagai contoh, kombucha daun sirih yang difermentasi selama 12 hari menghasilkan

vitamin C sebesar 343,79 mg/100 ml (Falahuddin & Apriani, 2017), dan kombucha daun tin yang difermentasi selama 12 hari menghasilkan total fenol sebesar 147,48 mg GAE/g (Zahrotunnisa & Kholifatuddin, 2023).

Meski demikian, hingga saat ini belum terdapat penelitian yang mengkaji pemanfaatan daun kecapi sebagai bahan baku kombucha, baik dari segi kandungan senyawa bioaktif maupun karakteristik sensori. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap kandungan senyawa bioaktif (fenol, vitamin C, pH, alkohol) dan mutu organoleptik kombucha berbahan dasar daun kecapi.

2. METODE

2.1 Metodologi Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan design Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial dengan 5 perlakuan dengan 3 kali pengulangan. Data hasil penelitian Analisis Varian (ANOVA) menggunakan aplikasi SPSS versi 26. Taraf nyata yang digunakan untuk hipotesis adalah 5%.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan kombucha daun kecapi meliputi peralatan masak (panci, kompor, saringan, botol kaca), peralatan pengolahan (timbangan digital, oven), serta alat analisis seperti pH meter Jenway, spektrofotometer UV-Vis Cecil CE 1021 pada panjang gelombang 765 nm, menggunakan kuvet kuarsa 1 cm, dan kromatografi gas Agilent 7890A dengan detektor FID dan kolom kapiler (6% *Cyanopropylphenyl*, 94% *Dimethyl Polysiloxane*, USP G43). Injeksi dilakukan secara split (30:1), suhu injektor 180°C, detektor 260°C. Suhu awal kolom 35°C (8 menit), dinaikkan 20°C/menit hingga 100 °C. Gas pembawa helium dialirkan 3,48 mL/menit dengan kecepatan 25 mL/detik. Gas hidrogen dan udara digunakan sebagai bahan bakar detektor.

Bahan utama terdiri dari serbuk daun kecapi (asal Bogor), starter SCOBY (Tangerang), gula pasir, dan air minum dalam kemasan (AMDK). Reagen analisis meliputi aquades, H₂SO₄, iodium, kanji 1%, larutan *folin-ciocalteu* 10%, Na₂CO₃ 7,5%, etanol 96%, dan 1-propanol.

2.3 Proses Pembuatan Kombucha Daun Kecapi

Proses pembuatan mengacu pada metode (Kamelia et al., 2023) dengan modifikasi. Sebanyak 6000 ml air direbus, lalu ditambahkan 30 g serbuk daun kecapi dan gula (10% b/v), diaduk, dan didinginkan. Larutan disaring dan dimasukkan ke dalam toples kaca steril, ditambah starter SCOBY (10% b/v), kemudian ditutup kain steril dan difermentasi selama 6, 7, 8, 9, dan 10 hari pada suhu ruang 30°C. Setelah fermentasi, kombucha dipanaskan sebnetra dan disimpan dalam botol kaca steril di lemari pendingin.

2.4 Parameter Uji

2.4.1 Total Fenol

Dihomogenkan sampel sebanyak 0,2 ml dengan 1 ml reagen Folin-Ciocalteu (10%) selama 5 menit, tambahkan 0,8 ml Na_2CO_3 7,5% dan diinkubasi gelap selama 60 menit. Absorbansi dibaca dengan panjang gelombang 756 nm, hasil dinyatakan dalam mg GAE/g (AOAC, 2017).

$$\text{Total Fenol} \left(\text{mg} \frac{\text{GAE}}{\text{gram}} \right) = \frac{\text{konsentrasi (ppm)} \times V \text{ sampel (l)} \times fp}{\text{gram sampel (g)}}$$

2.4.2 pH

Diukur menggunakan pH meter terkalibrasi (AOAC, 2006), dengan pencelupan langsung ke dalam sampel hingga pembacaan stabil.

2.4.3 Vitamin C

Dianalisis secara titrimetri menggunakan iodium dan indikator kanji (FI edisi VI, 2020). Hasil dinyatakan sebagai persen kadar vitamin C.

$$\% \text{ Kadar Vitamin C} = \frac{V \text{ titrasi (ml)} \times \text{Normalitas baku} \times \text{Bobot kesetaraan}}{\text{Volume pemipetan (ml)} \times \text{Normalitas teoritis}} \times 100\%$$

2.4.4 Penentuan Kadar Alkohol

Mengacu pada SNI 8965:2021. Sampel didestilasi pada 78°C, hasil destilasi dianalisis menggunakan kromatografi gas. Konsentrasi alkohol dihitung berdasarkan kurva baku.

2.4.5 Uji Organoleptik

Dilakukan terhadap warna dan aroma oleh 35 panelis tidak terlatih, menggunakan metode uji hedonik dan mutu hedonik berdasarkan SNI ISO 11056-2021.

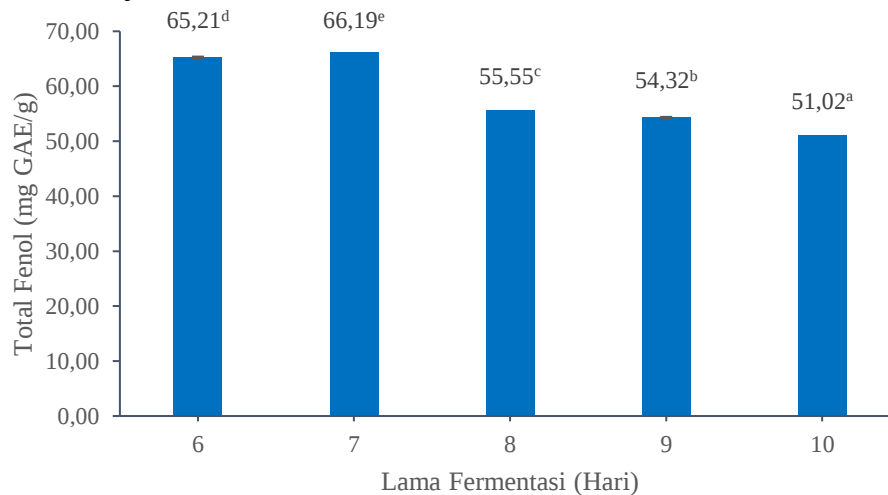
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Total Fenol

Lama fermentasi berpengaruh signifikan terhadap kandungan total fenol kombucha daun kecap ($p < 0,05$). Kadar tertinggi tercatat pada hari ke-7, yaitu 66,19 mg GAE/g, yang secara statistik berbeda nyata dibandingkan dengan hari fermentasi lainnya. Peningkatan kandungan total fenol hingga hari ke-7 kemungkinan besar disebabkan oleh aktivitas enzimatik mikroorganisme dalam SCOBY, khususnya ragi dan bakteri asam asetat, yang menghidrolisis senyawa kompleks menjadi bentuk fenolik bebas. Ragi diketahui menghasilkan enzim seperti asam ferulat reduktase dan vinil fenol reduktase yang dapat mengubah senyawa prekursor seperti asam sinamat menjadi senyawa fenolik aktif (Phung et al., 2023). Aktivitas ini terjadi intensif pada fase pertumbuhan mikroba yang aktif selama awal hingga pertengahan fermentasi.

Sebagaimana terlihat pada Gambar 3.1, setelah hari ke-7 terjadi penurunan kadar fenol, yang diperkirakan karena degradasi fenol menjadi senyawa metabolit sekunder lain atau karena oksidasi senyawa fenolik akibat paparan oksigen dan aktivitas mikroba lanjutan. Beberapa studi menyebut bahwa bakteri dalam SCOBY juga menghasilkan

enzim hidrolitik yang justru menguraikan senyawa fenolik (Phung et al., 2023), dan senyawa tersebut dapat dikonsumsi sebagai sumber energi oleh mikroorganisme pada fase fermentasi lanjut.



Gambar 3.1. Grafik hasil analisis total fenol kombucha daun kecapi

Keterangan : Nilai yang diikuti dengan superscript huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$) pada uji lanjut DMRT

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Naufal et al. (2022), yang mengamati adanya fluktuasi kadar total fenol pada kombucha berbahan kulit buah naga merah. Dalam penelitian tersebut, kadar fenol meningkat pada tahap awal fermentasi, namun menurun setelah hari ke-8. Perbedaan nilai absolut antar penelitian bisa disebabkan oleh perbedaan jenis substrat, komposisi senyawa awal, dan aktivitas enzim mikroorganisme yang dipengaruhi oleh pH, suhu, serta jenis SCOBY yang digunakan.

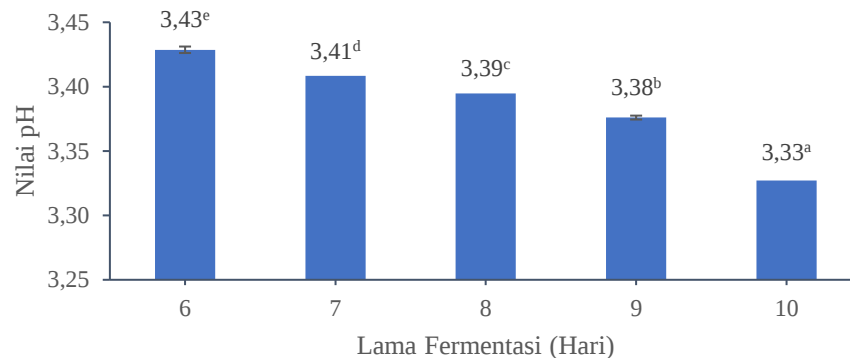
Selain itu, senyawa aktif seperti flavonoid dan tanin yang terkandung dalam daun kecapi menjadi substrat penting dalam pembentukan fenol total. Kombinasi aktivitas mikroorganisme dan komposisi senyawa awal ini menjadikan fermentasi hari ke-7 sebagai titik optimal dalam menghasilkan senyawa fenolik dengan jumlah tertinggi (Yuningtyas et al., 2021; Hapid et al., 2023).

3.2 Nilai pH

Berdasarkan Gambar 3.2, terdapat pengaruh signifikan ($p < 0,05$) dari lama fermentasi terhadap nilai pH kombucha daun kecapi. Terjadi tren penurunan pH seiring bertambahnya waktu fermentasi dari hari ke-6 hingga ke-10, dengan pH tertinggi sebesar 3,43 pada hari ke-6 dan terendah 3,33 pada hari ke-10.

Penurunan pH ini erat kaitannya dengan aktivitas mikroorganisme dalam kultur SCOBY, khususnya ragi dan bakteri asam asetat. Ragi terlebih dahulu mengubah sukrosa menjadi etanol melalui fermentasi alkoholik, yang kemudian digunakan oleh *Acetobacter xylinum* untuk mensintesis berbagai asam organik seperti asam asetat dan asam glukonat (Sulistiawaty & Solihat, 2022). Akumulasi asam-asam ini akan melepaskan ion H^+ , sehingga menyebabkan pH medium menurun. Penurunan pH yang terjadi selama proses fermentasi juga berfungsi sebagai indikator keberlangsungan aktivitas metabolik

mikroba. Menurut Puspaningrum et al. (2022), penurunan pH justru memperkuat dominasi *Acetobacter xylinum*, karena bakteri ini mampu tumbuh baik di lingkungan asam dan melanjutkan metabolisme asam organik.



Gambar 3.2. Grafik pH kombucha daun kecapi

Keterangan : Nilai yang diikuti dengan superscript huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$) pada uji lanjut DMRT

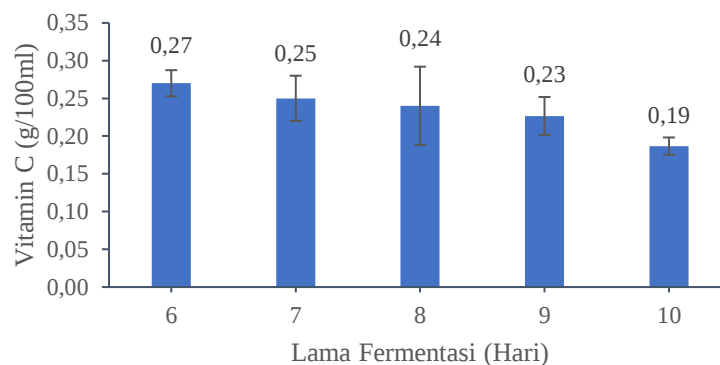
Hasil ini juga selaras dengan penelitian Zahra et al. (2022) yang menunjukkan tren penurunan pH pada fermentasi teh kombucha dari daun kelor, meskipun nilai akhirnya sedikit lebih rendah, yaitu sekitar 3,29. Perbedaan nilai pH antar studi kemungkinan dipengaruhi oleh jenis substrat, konsentrasi gula awal, dan komposisi mikroba dalam kultur kombucha.

Selain itu, nilai pH yang dihasilkan dalam penelitian ini masih tergolong aman untuk dikonsumsi. Menurut Nurhayati et al. (2020), pH kombucha yang ideal tidak boleh lebih rendah dari 3, karena dapat menyebabkan iritasi lambung dan perlu pengenceran sebelum dikonsumsi. Oleh karena itu, meskipun terjadi penurunan pH selama proses fermentasi, nilainya tetap berada dalam kisaran yang aman serta mendukung cita rasa asam yang menjadi ciri khas kombucha.

3.3 Vitamin C

Berdasarkan Gambar 3.3, diketahui bahwa lama waktu fermentasi tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar vitamin C kombucha daun kecapi ($p > 0,05$). Meskipun demikian, terlihat adanya tren penurunan kadar vitamin C seiring bertambahnya waktu fermentasi, dari 0,27 g/100 mL pada hari ke-6 menjadi 0,19 g/100 mL pada hari ke-10.

Penurunan ini kemungkinan besar disebabkan oleh degradasi vitamin C akibat oksidasi selama fermentasi, yang dipengaruhi oleh paparan oksigen, cahaya, serta aktivitas enzimatik mikroba. Salah satu enzim yang berperan dalam proses ini adalah L-gulonolakton oksidase, yang dapat mengubah L-gulonolakton menjadi 2-keto-L-gulonolakton, senyawa prekursor yang tidak memiliki aktivitas vitamin C (Puspitasari et al., 2017). Proses ini menghambat akumulasi asam askorbat dan menyebabkan peningkatan senyawa lain seperti asam organik.



Gambar 3.3. Grafik vitamin C kombucha daun kecapi

Keterangan : Nilai yang diikuti dengan superscript huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$) pada uji lanjut DMRT

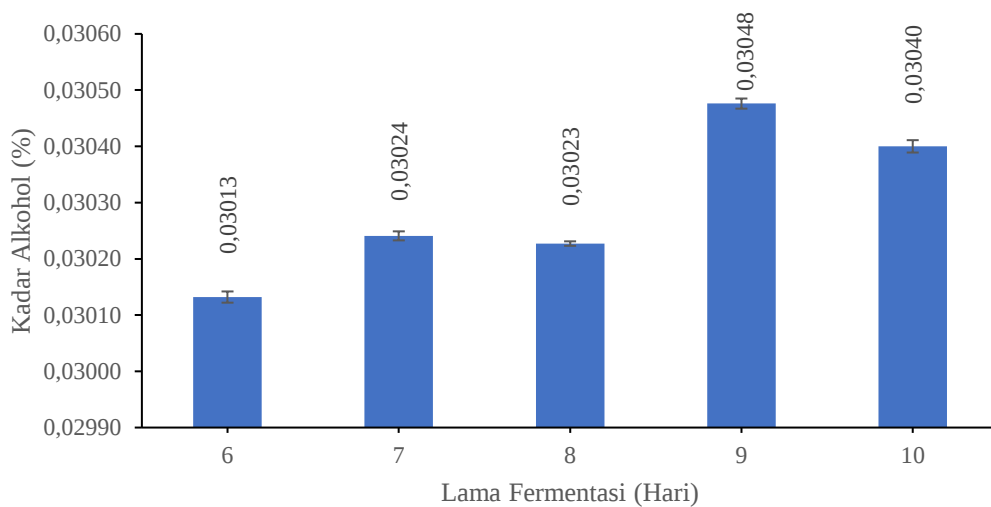
Selain itu, meskipun bakteri seperti *Gluconobacter* diketahui mampu mensintesis vitamin C melalui jalur glukosa-asam glukonat (Torre et al., 2024), keberadaan vitamin C dalam medium hasil fermentasi bersifat tidak stabil. Senyawa ini mudah mengalami degradasi ketika berada dalam lingkungan asam, suhu ruang, serta di hadapan logam atau enzim peroksidase yang dihasilkan oleh mikroorganisme selama fermentasi.

Penurunan vitamin C yang terjadi pada penelitian ini selaras dengan hasil studi Winandari et al. (2022), di mana kadar vitamin C kombucha teh rosella menurun dari 0,0528 mg/mL (hari ke-3) menjadi 0,0325 mg/mL (hari ke-12). Hal ini menunjukkan bahwa, meskipun beberapa mikroorganisme dalam SCOBY dapat menghasilkan vitamin C pada tahap awal fermentasi, produksi tersebut tidak berlanjut secara signifikan ketika substrat seperti gula mulai habis dan aktivitas mikroba beralih ke metabolit sekunder lain seperti alkohol dan asam asetat.

3.4 Penentuan Kadar Alkohol

Berdasarkan Gambar 3.4, diketahui bahwa lama fermentasi tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar alkohol kombucha daun kecapi ($p > 0,05$). Meskipun secara statistik tidak berbeda nyata, terlihat adanya fluktuasi kadar alkohol selama fermentasi, dengan nilai tertinggi pada hari ke-9 (0,03048%) dan terendah pada hari ke-6 (0,03013%).

Fluktuasi kadar alkohol ini erat kaitannya dengan dinamika aktivitas mikroorganisme dalam kultur kombucha, terutama ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan bakteri asam asetat seperti *Acetobacter aceti* dan *Acetobacter xylinum*. Pada fase awal fermentasi, ragi mengubah glukosa menjadi etanol melalui fermentasi alkohol dengan bantuan enzim alkohol dehidrogenase. Namun, seiring waktu, alkohol yang terbentuk akan dioksidasi menjadi asam asetat oleh *Acetobacter*, yang berperan penting dalam menghasilkan cita rasa khas kombucha (Sulistiawaty & Solihat, 2022).



Gambar 3.4. Grafik kadar alkohol kombucha daun kecapi

Keterangan : Nilai yang diikuti dengan superscript huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$) pada uji lanjut DMRT

Fluktuasi kadar alkohol juga dipengaruhi oleh interaksi antara ketersediaan gula sebagai substrat dan tingkat aktivitas mikroorganisme. Pada titik tertentu, terutama setelah hari ke-9, aktivitas metabolisme mikroorganisme cenderung menurun karena berkurangnya nutrisi dalam medium, sehingga produksi alkohol melambat, dan sebagian alkohol dapat kembali dikonversi menjadi senyawa lain (Nasution & Pasaribu, 2023)

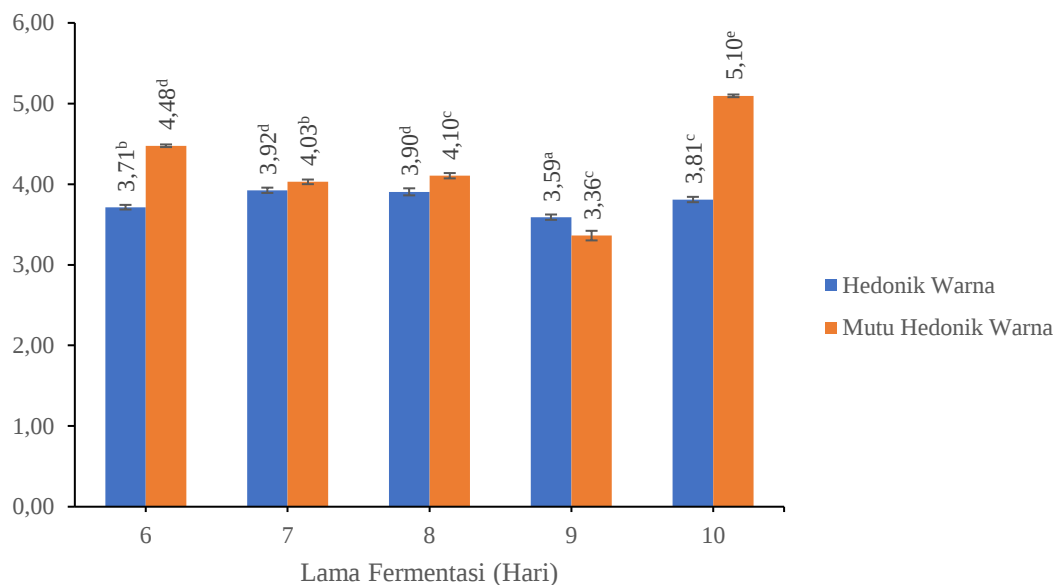
Temuan ini selaras dengan penelitian Fitriana & Rahmawati (2024) yang menyatakan bahwa kadar alkohol kombucha sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antara fase produksi etanol oleh ragi dan fase oksidasi etanol oleh bakteri asetat. Ketidakseimbangan antara dua fase ini dapat menjelaskan fluktuasi kadar alkohol tanpa perubahan signifikan secara statistik.

Secara keseluruhan, kadar alkohol yang dihasilkan tetap berada di bawah batas maksimal 0,5% untuk minuman non-alkohol menurut SNI 8965:2021, sehingga produk kombucha daun kecapi ini masih aman untuk dikonsumsi, bahkan dalam fermentasi panjang. Nilai alkohol yang rendah juga menunjukkan efisiensi konversi alkohol ke asam asetat, yang mengindikasikan aktivitas optimal bakteri asetat dalam sistem fermentasi tersebut.

3.5 Uji Organoleptik

3.5.1 Uji hedonik dan mutu hedonik terhadap warna

Berdasarkan Gambar 3.5, hasil uji hedonik warna kombucha daun kecapi menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) antar perlakuan fermentasi. Skor tertinggi tercatat pada hari ke-7 (3,92) dan terendah pada hari ke-9 (3,59). Demikian pula, pada uji mutu hedonik warna, skor tertinggi diperoleh pada hari ke-10 (5,10) dan terendah pada hari ke-9 (3,36). Nilai tersebut menunjukkan bahwa panelis cenderung lebih menyukai warna kombucha yang difermentasi selama 7–10 hari, dengan karakteristik warna coklat hingga coklat terang.



Gambar 3.5. Grafik hedonik dan mutu hedonik warna kombucha daun kecap

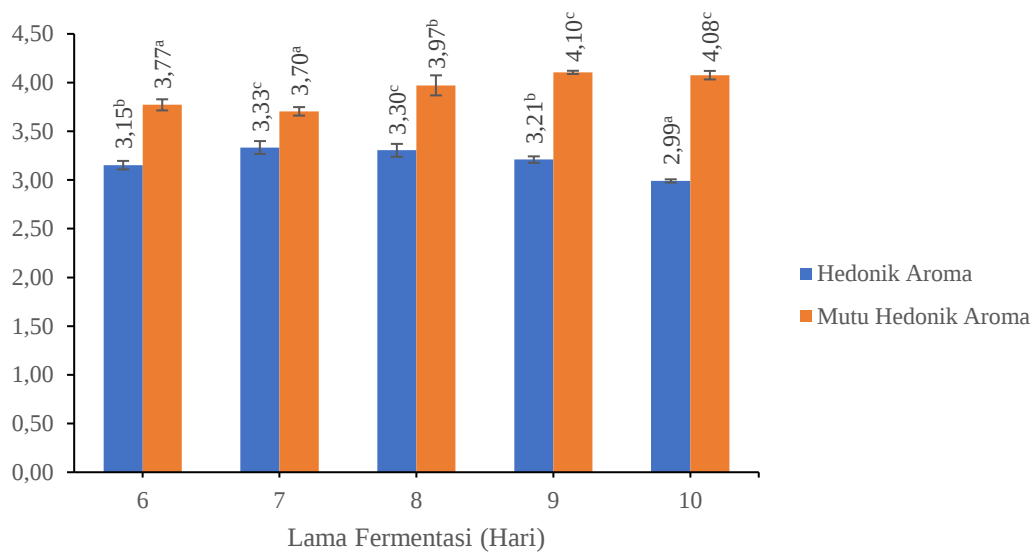
Keterangan : Nilai yang diikuti dengan superscript huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$) pada uji lanjut DMRT

Fenomena ini dapat dijelaskan secara ilmiah melalui reaksi degradasi senyawa fenolik terutama tanin, yang secara alami terkandung dalam daun kecap. Selama proses fermentasi, mikroorganisme dalam SCOBY seperti *Acetobacter*, *Lactobacillus*, dan *Saccharomyces* memproduksi enzim tannase, yang memecah tanin menjadi senyawa yang lebih sederhana. Degradasi tanin menyebabkan perubahan warna infus daun kecap dari coklat gelap menjadi lebih terang atau kekuningan, tergantung konsentrasi pigmen hasil degradasi dan pH medium (Ayuratri & Kusnadi, 2017; Nurhayati et al., 2020).

Penurunan pH selama proses fermentasi juga memengaruhi kestabilan pigmen fenolik, menyebabkan senyawa pewarna alami lebih larut dan teroksidasi, sehingga menghasilkan warna yang lebih cerah. Hal ini sejalan dengan pendapat Mawardi (2016) dan Lisan (2015), yang menyatakan bahwa warna yang ditimbulkan pada kombucha daun kecap dikarenakan adanya senyawa tanin dan flavonoid sehingga memberikan warna coklat kegelapan.

3.5.2 Uji hedonik dan mutu hedonik terhadap aroma

Berdasarkan Gambar 3.6, hasil uji hedonik aroma menunjukkan bahwa lama fermentasi kombucha daun kecap memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap tingkat penerimaan panelis. Skor kesukaan tertinggi diperoleh pada hari ke-7 (3,33) dan terendah pada hari ke-10 (2,99), yang termasuk dalam kategori "tidak suka – agak suka". Sedangkan untuk mutu hedonik aroma, nilai tertinggi dicapai pada hari ke-9 (4,10) dan terendah pada hari ke-7 (3,70), dengan deskripsi aroma berkisar antara "agak asam" hingga "asam".



Gambar 3.6. Grafik hedonik dan mutu hedonik aroma kombucha daun kecap

Keterangan : Nilai yang diikuti dengan superscript huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$) pada uji lanjut DMRT

Fenomena meningkatnya aroma asam seiring lamanya fermentasi berkaitan erat dengan aktivitas metabolisme mikroba dalam SCOBY, terutama khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) dan bakteri asam asetat (*Acetobacter spp.*). Mikroba tersebut memfermentasi sukrosa menjadi berbagai asam organik volatil seperti asam asetat, asam glukonat, dan asam glukuronat, serta gas CO_2 yang juga dapat memengaruhi persepsi aroma (Zahra et al., 2022; Pratama et al., 2015).

Aroma asam yang lebih kuat pada fermentasi hari ke-9 dan 10 mencerminkan akumulasi senyawa-senyawa volatil, yang secara sensorik dapat mengurangi penerimaan konsumen. Penurunan pH yang signifikan juga mendorong pembentukan senyawa beraroma tajam, seperti asam asetat, yang bersifat menyengat dan kurang disukai bila konsentrasinya terlalu tinggi (Al-Yousef et al., 2017).

Secara ilmiah, mutu hedonik aroma berkorelasi langsung dengan pH produk, karena semakin rendah pH, semakin tinggi konsentrasi senyawa volatil asam. Hal ini konsisten dengan penelitian oleh Nurhayati et al. (2020) yang menyatakan bahwa fermentasi teh kombucha menghasilkan aroma asam yang semakin tajam seiring peningkatan waktu fermentasi, akibat peningkatan jumlah senyawa asam volatil. Persepsi aroma tidak hanya dipengaruhi oleh senyawa kimia, tetapi juga oleh keseimbangan antara intensitas volatil dan akseptabilitas sensori oleh panelis.

4. KESIMPULAN

Fermentasi selama 7 hari pada kombucha daun kecap menghasilkan kualitas terbaik dengan kandungan total fenol tertinggi (66,19 mg GAE/g), vitamin C 0,25 g/100 ml, pH 3,43, dan kadar alkohol 0,03013%. Hasil uji hedonik menunjukkan preferensi panelis terhadap warna dan aroma berada pada kategori "agak suka". Temuan ini menunjukkan potensi daun kecap sebagai bahan baku minuman fungsional berbasis

fermentasi. Namun, penelitian ini masih terbatas pada parameter dasar dan panelis tidak terlatih. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan panelis terlatih serta pengujian kandungan senyawa asam organik seperti asam asetat, asam laktat, dan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Muhammad Fajri Romadhan, S.Si, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, memberikan ilmu dan arahan, serta kepada Bapak Silvester Maximus Tulandi, S.Farm., M.Si. dan Ibu Susy Saadah M. Si. atas dukungan materil sehingga penelitian ini berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Yousef, Hanan M., Anhar Sawab, and Mayasem Alruhaimi. 2017. "Pharmacognostic Studies On Coffee Arabica L. Husks: A Brilliant Source Of Antioxidant Agents." *Ejpmr* 4(1):86–92.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). 2006. *Official Methods of Analysis of the Association Official Analytical Chemistry*. Arlington, Virginia.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). 2017. *Official Methods Board (OMB) First Action*.
- Ayuratri, Mega Kristanti, and Joni Kusnadi. 2017. "Aktivitas Antibakteri Kombucha Jahe (*Zingiber Officinale*) (Kajian Varietas Jahe Dan Konsentrasi Madu)." *Jurnal Pangan Dan Agroindustri* 53(3):95–107.
- Badan Standardisasi Nasional. 2022. *SNI ISO 11056:2021 Analisis Sensori - Metodologi - Metode Estimasi Besaran (ISO 11056 : 2021, IDT)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2021. "Metode Deteksi Dan Kuantifikasi Etanol Pada Produk Minuman." in 8965.
- Bishop, Peyton, Eric R. Pitts, Drew Budner, and Katherine A. Thompson-Witrick. 2022. "Kombucha: Biochemical and Microbiological Impacts on the Chemical and Flavor Profile." *Food Chemistry Advances* 1(March). doi: 10.1016/j.focha.2022.100025.
- Falahuddin, Irham, and Ike Apriani. 2017. "Pengaruh Proses Fermentasi Kombucha Daun Sirsak (*Annona Muricata* L.) Terhadap Kadar Vitamin C." 3(2):90–95.
- Filippis, Francesca De, Antonio Dario Troise, Paola Vitaglione, and Danilo Ercolini. 2018. "Different Temperatures Select Distinctive Acetic Acid Bacteria Species and Promotes Organic Acids Production during Kombucha Tea Fermentation." *Food Microbiology* 73(January):11–16. doi: 10.1016/j.fm.2018.01.008.
- Fitriana, Adita Silvia, and Nur Rahmawati. 2024. "Penetapan Kadar Tanin Dan Etanol Pada Kombucha Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L.)." 6(1):67–73.
- Hamzah, Fajar Nur, Subandi, Wawan Sujarwo, Abdi Wira Septama, and Tjandrawati Mozef. 2020. "Antioxidant and Xanthine Oxidase Inhibitory Activities of Kecapi (*Sandoricum Koetjape* (Burm.f) Merr.) Leaf Extract." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 833(1):0–8. doi: 10.1088/1757-899X/833/1/012012.
- Hapid, Abdul, Ariyanti Ariyanti, Erniwati Erniwati, Muthmainnah Muthmainnah, Yusran Yusran, Zulkaidhah Zulkaidhah, Nurul Muhlisah Mompewa, Asniati Asniati, Hamka Hamka, and Jelia Patiung. 2023. *Phytochemical Analysis and Antibacterial Activity of Medicinal Plant Kecapi (Sandoricum Koetjape Merr.)*. Atlantis Press International BV.
- Kamelia, Marlina, Ovi Prasetya Winandari, Supriyadi, and Meirina. 2023. "Analisis Kualitas Teh Kombucha Berdasarkan Jenis." *Organisms* 3(1):18–26.
- Kementerian Kesehatan RI. 2020. *Farmakope Indonesia Edisi VI*. Jakarta.

- Leal, Jessica Martínez, Lucía Valenzuela Suárez, Rasu Jayabalan, Joselina Huerta Oros, and Anayansi Escalante-Aburto. 2018. "A Review on Health Benefits of Kombucha Nutritional Compounds and Metabolites." *CYTA - Journal of Food* 16(1):390–99. doi: 10.1080/19476337.2017.1410499.
- Lisan, Fransisca Rosella. 2015. "Penentuan Jenis Tanin Secara Kualitatif Dan Penetapan Kadar Tanin Dari Serabut Kelapa (Cocos Nucifera L.) Secara Permanganometri." *Calyptra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya* 4(1):1–16.
- Mawardi, Yasmine. 2016. "Kadar Air, Tanin, Warna Dan Aroma Off-Flavour Minuman Fungsional Daun Sirsak (Annona Muricata) Dengan Berbagai Konsentrasi Jahe (Zingiber Officinale)." *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 5(3):94–98. doi: 10.17728/jatp.179.
- Nasution, Sri Bulan, and Nikmah Salsabila Pasaribu. 2023. "Analisis Kadar Etanol Pada Kombucha Tea Biakan Sendiri Berdasarkan Lamanya Waktu Fermentasi Nikmah Salsabila Pasaribu." *Jurnal Ilmu Farmasi Dan Kesehatan* 1(4):134–44.
- Naufal, A., N. Harini, and D. N. Putri. 2022. "Karakteristik Kimia Dan Sensori Minuman Instan Kombucha Dari Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus Polyrhizus) Berdasarkan Konsentrasi Gula Dan Lama Fermentasi." *Food Technology and Halal Science Journal* 5(2):137–53. doi: 10.22219/fths.v5i2.21556.
- Nisak, Yunita Khilyatun. 2023. "Studi Aktivitas Antioksidan Minuman Fermentasi Kombucha: Kajian Pustaka." 10(1):23–34.
- Nurhayati, Sih Yuwanti, and Aurora Urbahillah. 2020. "Karakteristik Fisikokimia Dan Sensori Kombucha Cascara (Kulit Kopi Ranum)." *Teknologi Dan Industri Pangan* 31(1):38–49. doi: 10.6066/jtip.2020.31.1.38.
- Phung, Ly Tu, Haruthairat Kitwetcharoen, Nuttaporn Chamnipa, Nongluck Boonchot, Sudarat Thanonkeo, Patcharaporn Tipayawat, Preekamol Klanrit, Mamoru Yamada, and Pornthap Thanonkeo. 2023. "Changes in the Chemical Compositions and Biological Properties of Kombucha Beverages Made from Black Teas and Pineapple Peels and Cores." *Scientific Reports* (7859):1–20. doi: 10.1038/s41598-023-34954-7.
- Pratama, Nofiyanto, Usman Pato, and Yusmarini. 2015. "Kajian Pembuatan Teh Kombucha Dari Kulit Buah Manggis (Garcinia Mangostana L.)." *Jom Faperta* 2(2):1–12.
- Purnama, Novi. 2017. "Identifikasi Senyawa Flavonoid Pada Tumbuhan Daun Sirih (Piper Batle L.)." 437–41.
- Puspaningrum, Dylla Hanggaeni Dyah, Ni Luh Utari Sumadewi, and Ni Kadek Yunita Sari. 2022. "Karakteristik Kimia Dan Aktivitas Antioksidan Selama Fermentasi Kombucha Cascara Kopi Arabika (Coffea Arabika L.) Desa Catur Kabupaten Bangli." *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains* 5(2):44–51. doi: 10.24246/juses.v5i2p44-51.
- Puspitasari, Y., R. Palupi, and M. Nurikasari. 2017. "Analisis Kandungan Vitamin C Teh Kombucha Berdasarkan Lama Fermentasi Sebagai Alternatif Minuman Untuk Antioksidan." *Global Health Science* 2(2):245–53.
- Saadah, Susy, and Silvester Maximus Tulandi. 2020. "Skrining Fitokimia Dan Analisis Total Fenolik Pada Ekstrak Daun Dan Batang Sandoricum Koetjape." *Jurnal Agroindustri Halal* 6(2):164–71.
- Suhardini, Prasis Nursyam, and Elok Zubaidah. 2016. "Studi Aktivitas Antioksidan Kombucha Dari Berbagai Jenis Daun Selama Fermentasi." *Jurnal Pangan Dan Agroindustri* 4(1):221–29.
- Sulistiatyaty, Lilis, and Imas Solihat. 2022. "Kombucha: Fisikokimia Dan Studi Kritis Tingkat Kehalalan." *Warta Akab* 46(1):21–27. doi: 10.55075/wa.v46i1.80.
- Torre, Chiara La, Pierluigi Plastina, Erika Cione, Argyro Bekatorou, Theano Petsi, and Alessia Fazio. 2024. "Improved Antioxidant Properties and Vitamin C and B12 Content from Enrichment of Kombucha with Jujube (Ziziphus Jujuba Mill.) Powder." *Fermentation*

- 10(6):295.
- Winandari, Ovi Prasetya, Nurhaida Widiani, Marlina Kamelia, and Erika Puspita Riski. 2022. "Potential Of Vitamin C And Total Acid As Antioxidants Of Rosella Kombucha With Different Fermentation Times." *Jurnal Pembelajaran Dan Biologi Nukleus* 8(1):141–48. doi: 10.36987/jpbn.v8i1.2471.
- Yuningtyas, Sitaresmi, Eem Masaenah, and Murniwati Telaumbanua. 2021. "Vitamin C Dari Kombucha Daun Salam (*Syzygium Polyanthum* (Wight) Walp.)." 6(1):10–14.
- Zahra, Fadillah, Noviar Harun, and Faizah Hamzah. 2022. "Lama Waktu Fermentasi Terhadap Sifat Fisiko - Kimia Teh Kombucha Dari Daun Kelor." 9(2015):1–11.
- Zahrotunnisa, Aini, and Yunan Kholifatuddin. 2023. "Karateristik Fisik Dan Kimia Teh Kombucha Daun Tin Instan Berdasarkan Konsentrasi Maltodekstrin Physic and Chemical Charateristics of Instan Tin Kombucha Tea Based On Maltodextrin Concentration." 6:1060–72.