



Kata Kunci:
Kombucha;
Jenis Pemanis;
Lama Fermentasi;
Teh Hitam

Keywords:
Black Tea;
Fermentation Time;
Kombucha;
Sweetener Type

INDEXED IN

SINTA - Science and
Technology Index
Crossref
Google Scholar
Garba Rujukan Digital: Garuda

CORRESPONDING AUTHOR

Destiana Adinda Putri
Fakultas Teknik,
Universitas Bumigora,
Indonesia

EMAIL

[destiana_adindap@universit
asbumigora.ac.id](mailto:destiana_adindap@universit
asbumigora.ac.id)

OPEN ACCESS

E ISSN 2623-2022



Copyright (c) 2023 Jurnal Kolaboratif Sains

Produksi Kombucha Teh Hitam Menggunakan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda

Black Tea Kombucha Production Using Different Type of Sweetener and Fermentation Time

Destiana Adinda Putri^{1*}, Husnita Komalasari¹, Mia Ulpiana¹, Aziza Salsabila¹, Ahmad Rudi Arianto¹

¹Fakultas Teknik Universitas Bumigora, Indonesia

Abstrak: Kombucha adalah produk minuman fermentasi yang mengandung sejumlah vitamin, mineral, enzim, dan asam organik yang diketahui memiliki banyak manfaat bagi Kesehatan. Bahan utama pembuatan kombucha umumnya adalah teh hijau dan hitam. Seiring dengan perkembangan zaman, pengembangan produk kombucha telah banyak dilakukan untuk meningkatkan nilai tambahnya. Adapun jenis dan umlah substrat, berupa gula, dan kultur kombucha simbiotik yang digunakan dalam fermentasi bervariasi dan akan mempengaruhi kualitas dari produk akhir. Selain itu waktu fermentasi juga akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses pembuatan kombucha teh hitam dengan jenis pemanis dan lama fermentasi berbeda terhadap karakteristik berupa warna, viskositas, pH dan terutama tingkat kesukaan konsumen. Penelitian ini dilakukan dengan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) menggunakan 2 faktor yaitu jenis pemanis dan lama fermentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, jenis pemanis berpengaruh nyata terhadap nilai L* dan a*, namun tidak berpengaruh terhadap nilai b*, viskositas dan pH. Sedangkan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter tersebut. Produk Kombucha dengan jenis pemanis gula dengan lama fermentasi memiliki rata-rata tingkat kesukaan tertinggi untuk parameter warna (5.60), aroma (5.08), rasa (4.80) dengan kadar vitamin C 0.95%. Namun tidak berbeda nyata dengan kombucha yang menggunakan pemanis madu dan lama fermentasi 8 hari dengan kadar vitamin C 1.89%. Kedua jenis kombucha ini diketahui memiliki aktivitas antimikroba untuk bakteri *Bacillus sp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *E.Coli*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*.

Abstract: Kombucha is a fermented beverage product that contains some of vitamins, minerals, enzymes and organic acids which are known to have many health benefits. The main ingredients for making kombucha are generally green and black tea. Along with the times, the development of kombucha products has been carried out a lot to increase its added value. The type and amount of substrate, in the form of sugar, and the symbiotic kombucha culture used in the fermentation varies and will affect the quality of the final product. In addition, the fermentation time will also affect the quality of the product produced. This study aims to study the process of making black tea kombucha with different types of sweeteners and different fermentation times for characteristics such as color, viscosity, pH and especially the level of consumer preference. This research was conducted using a randomized block design (RBD) method using 2 factors, namely the type of sweetener and fermentation time. The results showed that the type of sweetener had a significant effect on L* and a* values, but had no effect on b* values, viscosity and pH. While the fermentation time has a significant effect on all of these parameters. Kombucha products with a type of sugar sweetener with a 8 days of fermentation time have the highest average preference for color (5.60), aroma (5.08), taste (4.80) parameters with a vitamin C content of 0.95%. However, this was not significantly different from kombucha which used honey sweetener and 8 days of fermentation with 1.89% vitamin C content. Both types of kombucha are known to have antimicrobial activity against *Bacillus sp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *E.Coli*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus* bacteria.

Jurnal Kolaboratif Sains (JKS)

Volume 6 Issue 7 Juli 2023

Pages: 640-656

LATAR BELAKANG

Kombucha merupakan produk minuman fermentasi yang mengandung sejumlah vitamin, mineral, enzim, dan asam organik dengan rasa sedikit manis dan asam, yang diproduksi secara tradisional melalui proses fermentasi teh hitam atau hijau (*Camellia sinensis*) oleh biofilm selulosa yang mengandung *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast (SCOBY)*, terdiri dari simbiosis bakteri asetat, bakteri asam laktat, dan ragi osmofilik (Cardoso et al., 2020), dalam prosesnya diperlukan penambahan gula sebagai substrat (Kapp & Sumner, 2019), kelompok bakteri dan ragi ini juga disebut dengan “*Tea Fungus*” (Dutta & Paul, 2019). Kombucha dikenal sebagai minuman yang kaya dengan senyawa bioaktif, terutama senyawa fenolik. Senyawa ini mewakili kelompok utama yang memiliki aktivitas antioksidan dan bertanggung jawab atas manfaat kesehatan dari minuman tersebut (Cardoso et al., 2020). Beberapa manfaat yang dikaitkan dengan kombucha telah dibuktikan dalam studi *in vitro* dan dengan hewan, seperti pengendalian stres oksidatif (Srihari et al., 2013), aktivitas antimikroba (Battikh et al., 2012), pengobatan dan pencegahan diabetes (Aloulou et al., 2012), menurunkan resiko kanker (Srihari et al., 2013), dan peningkatan fungsi hati (Wang et al., 2013). Karena kemudahan dalam produksi, rasa asam, dan terutama manfaatnya untuk kesehatan, studi mengenai pengembangan produk kombucha telah menarik untuk dipelajari.

Bahan baku utama dalam pembuatan kombucha yaitu teh hijau dan hitam merupakan berasal dari spesies tanaman yang sama, *Camelia sinensis*, pohon dari keluarga botani *Theaceae*, asli Asia Tenggara (Tanaka & Kouno, 2003). Teh hitam diperoleh dari daun tua, yang melalui proses fermentasi dan oksidasi katekin sehingga terjadi pembentukan theaflavin dan thearubigins, yang termasuk ke dalam senyawa polifenol utama yang terdapat pada teh hitam (Cardoso et al., 2020). Teh mengandung berbagai senyawa polifenol, flavonol, katekin, katekin galat, adenin, kafein, teobromin, teofilin, asam galat, tanin, dan galotanin. Senyawa tersebut menjadikan minuman ini memiliki potensi antioksidan yang tinggi (Aboulwafa et al., 2019). Katekin dan tanin adalah polifenol yang paling umum. Senyawa tersebut berkontribusi terhadap rasa pahit, astringency, dan manis pada minuman teh (Santos et al., 2018). Ekstrak teh hitam menunjukkan aktivitas antibakteri yang cukup terhadap bakteri (Goswami et al., 2020).

Jumlah substrat, berupa gula, dan kultur kombucha simbiotik yang digunakan dalam fermentasi bervariasi sesuai dengan wilayah persiapan, dan beberapa kondisi persiapan telah dilaporkan. Sukrosa dapat digunakan dalam konsentrasi 1–20%, sebagai sumber karbon utama untuk pertumbuhan mikroorganisme. SCOBY dan cairan dari fermentasi sebelumnya, dalam konsentrasi masing-masing sekitar 0,25–10% dan 3–30%, harus digunakan sebagai starter untuk fermentasi. Penambahan cairan hasil fermentasi sebelumnya berfungsi membantu aktivasi bakteri asetat akibat penurunan pH (Martínez Leal et al., 2018). Madu merupakan salah satu pemanis yang merupakan produk diperoleh dari lebah yang mengumpulkan sari dari nektar bunga. Kandungan gulanya yang tinggi merupakan sumber yang baik untuk menghasilkan alkohol, karbon dioksida, dan untuk fermentasi ragi. Madu juga diakui sebagai makanan fungsional saat ini (Balogu & Towobola, 2017; Cavalcante da Silva et al., 2018; Iglesias et al., 2014; Twilley et al., 2018; Yucel et al., 2017). Selama proses fermentasi, gula dalam madu dapat diubah menjadi alkohol oleh ragi yaitu *Sacharomyces cereviseae* (Głód & Piszcz, 2021). Disamping itu Madu diketahui mengandung hidrogen peroksida (H_2O_2) yang memiliki sifat antibakteri (Piszcz & Głód, 2019). Umumnya ragi tidak dapat tumbuh pada madu dengan konsentrasi gula yang sangat tinggi. Namun apa bila kadar air ditingkatkan khamir tertentu (ragi osmofilik) akan mampu bertahan dan tumbuh. Mereka menggunakan gula dalam madu sebagai sumber energi, dan dengan demikian membentuk etanol (bentuk alkohol yang ditemukan dalam bir dan anggur) (Howse, 2018). Mengingat keunggulan dari jenis pemanis madu tersebut, maka penggunaan madu dalam pembuatan kombucha teh hitam perlu di pelajari, apakah akan memiliki aktivitas antibakteri lebih baik dibandingkan dengan penggunaan pemanis gula atau justru dapat menghambat perkembangan dari starter kombucha.

Selain penggunaan jenis pemanis berbeda, proses pembuatan kombucha juga perlu diperhatikan untuk menghasilkan produk kombucha the hitam yang digemari dan diterima oleh konsumen. Kualitas

dari minuman fermentasi, dipengaruhi pula oleh waktu fermentasi (Guzel-Seydim et al., 2010). Pada proses fermentasi Aktivitas antioksidan akan meningkat. Dimana bakteri probiotik dari golongan *lactobacillus* dapat bermanfaat untuk menyediakan antioksidan (Osuntoki & Korie, 2010). Semakin lama waktu fermentasi mikroba akan berkembang biak dan menyebabkan kemampuan untuk memecah substrat glukosa (Kunaepah, 2008). Kadar flavonoid juga akan meningkat selama proses fermentasi karena meningkatnya kandungan fenol selama fermentasi. Selain itu, selama proses fermentasi terjadi reaksi enzimatis yang merangsang pembentukan flavonoid (Katina et al., 2007). Flavonoid telah diidentifikasi sebagai senyawa polifenol yang mampu meningkatkan aktivitas antibakteri melalui berbagai mekanisme aksi. Menurut beberapa studi penelitian, flavonoid dapat menekan sintesis asam nukleat, fungsi membran sitoplasma, dan metabolisme energi (Biharee et al., 2020; Cushnie & Lamb, 2005; Diallo et al., 2019; Donadio et al., 2021; Górnaiak et al., 2019; Wu et al., 2013).

Perubahan sifat produk akibat penggunaan bahan dan proses pengolahan yang berbeda dapat diketahui secara tidak langsung oleh konsumen melalui perubahan selera (panel evaluasi sensorik diidentifikasi dalam penelitian ini). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi karakteristik dari kombucha teh hitam yang diproduksi menggunakan jenis pemanis dan lama fermentasi berbeda ditinjau dari Warna (kecerahan, kemerahan, kekuningan), pH, viskositas, dan tingkat kesukaan konsumen (warna, rasa, aroma). Hasil dari penerimaan terbaik dari konsumen selanjutnya dilakukan pengujian lanjut berupa uji vitamin C, dan Uji Aktivitas Antimikroba, sehingga dapat diketahui apakah produk kombucha teh hitam yang dihasilkan memiliki keunggulan untuk melawan bakteri patogen.

METODE

Jenis Penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah riset laboratorium kuantitatif. Pada penelitian ini digunakan bahan berupa Teh Hitam, Gula Pasir, Madu, Air Mineral, Starter kombucha (SCOPY). Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Kompor Listrik, Pengaduk Kayu, Timbangan digital, gelas ukur, toples kaca, dan kain penutup.

Prosedur Pembuatan Kombucha Teh Hitam. Adapun Formulasi yang digunakan pada pembuatan Kombucha Teh Hitam dengan jenis pemanis berbeda disajikan pada Tabel 1. Pembuatan Kombucha teh hitam dimulai dari pembuatan teh hitam. Proses pembuatan teh hitam dimulai dengan merebus air sesuai dengan formulasi yang tertera pada Tabel 1. Setelah mendidih dimasukkan teh dan sereh lalu didiamkan selama 5 menit hingga seluruh teh terekstrak dan dimasukkan ke dalam toples kaca, diamkan hingga suhu menjadi hangat lalu tambahkan pemanis sesuai dengan yang tertera pada formulasi. Campuran teh hitam dan pemanis didiamkan hingga mencapai suhu ruang. Selanjutnya masukkan starter kombucha dan kombucha hasil fermentasi sebelumnya. Toples kaca lalu ditutup dengan kain bersih dan dilakukan fermentasi selama 8 dan 12 hari. Setelah waktu fermentasi berakhir kombucha siap untuk dilakukan Analisa.

Tabel 1. Formulasi Kombucha Teh Hitam

Bahan	Persentase	Satuan	Perlakuan	
			Dengan madu	Tanpa madu
Air	100.0%	ml	1000	1000
Teh Hitam	0.8%	g	8	8
Sereh	0.5%	g	5	5
Starter Kombucha (Scoby)	10.0%	g	100	100
Kombucha Sebelumnya	10.0%	ml	100	100
Gula pasir	10.0%	g	70	100
Madu	3.0%	g	30	0

Prosedur Pengukuran Warna. Parameter warna, termasuk kecerahan (L^*), kemerahan (a^*) dan kekuningan (b^*) sampel kombucha dengan berbagai perlakuan ditentukan menggunakan colorimeter dalam skala CIELab. Setiap tes dilakukan dalam rangkap tiga dengan tiga ulangan untuk setiap sampel. Nilai kecerahan (L^*), dengan putih pada 100 dan hitam pada 0), kemerahan ($+a^*$), kehijauan (a^*), kekuningan ($+b^*$), dan kebiruan (b^*) dicatat.

Prosedur Pengukuran Viskositas. Sampel berupa bahan cair sebanyak 300 ml disiapkan didalam wadah beaker, lalu siapkan spindle nomor 1 untuk pengukuran bahan cair dengan viskositas rendah dan dipasang pada alat. Pengaturan kecepatan putar alat viscometer diukur dengan kecepatan 60 rpm dan diatur jenis spindle yang digunakan yaitu nomor 1. Beaker yang berisi sampel dimasukkan ditengah alat viscometer dimana ujung jarung spindle dimasukkan kedalam larutan. Setelah seluruh persiapan selesai, nyalakan alat dan atur timer selama 1 menit. Kemudian tekan tombol reset dan baca hasil viskositasnya pada layar.

Prosedur Pengukuran Ph. Sampel yang telah dihomogenkan (medium fermentasi) diambil sekitar 30 ml dan ditempatkan dalam beaker glass 50 ml. Sebelum digunakan, pH meter dikalibrasi menggunakan buffer pH 7 dan 4 lalu dibersihkan dengan aquades selanjutnya dilakukan pengukuran pH sampel. Setiap kali akan mengukur pH sampel yang lain, sebelumnya pH meter dibersihkan dengan aquades.

Analisa Hedonik. Analisis sensori kombucha dengan berbagai perlakuan dilakukan berdasarkan metode dengan beberapa modifikasi yang dibuat agar sesuai dengan karakteristik khusus produk. Evaluasi sensori dilakukan dengan partisipasi 25 panelis pria dan wanita sehat berusia antara 20 dan 49 tahun, terutama terdiri dari mahasiswa, dosen dan staf dari Universitas Bumigora. Skala hedonik 7 poin digunakan untuk menilai penerimaan panelis terhadap berbagai atribut, termasuk warna, aroma, rasa.

Prosedur Pengujian Vitamin C. Sampel bahan cair diambil sebanyak 0.5 ml lalu dicampurkan dengan 50 ml aquades bebas aquades bebas CO₂ (air yang sudah dididihkan) dan 12,5 ml asam sulfat (Volume awal 62,5 ml) lalu diambil sebanyak 5 ml sampel dan ditambahkan 1 ml atau 1 gram kanji. Larutan dititrasi dengan iodium 0,1 N sampai terbentuk warna biru tua. Kadar vitamin C dapat diketahui dengan perhitungan 1 ml 0,01 N larutan Iodium = 0,88 mg asam askorbat. Adapun hasil pengukuran di hitung dalam rumus berikut.

$$\frac{\text{Vol yang diambil}}{\text{vol awal total}} = \frac{V \text{ titran}}{x}$$

$$\text{kadar vit C} = \frac{V \text{ konversi} \times N \times 8,806}{\text{mg Sampel} - 0,1} \times 100\%$$

Keterangan: mg sampel = 200 mg, N = 0,215

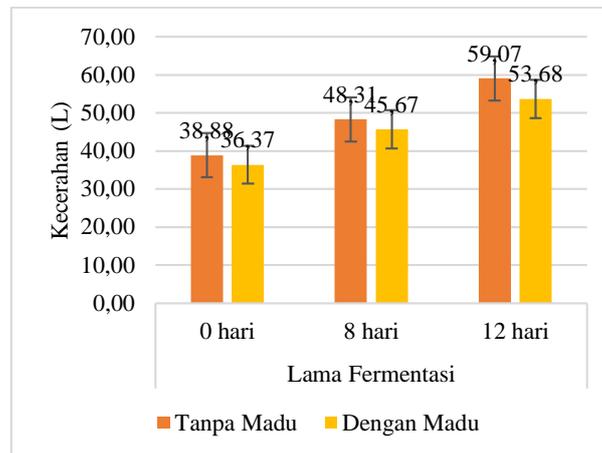
Prosedur Pengujian Aktivitas Antimikroba. Adapun pengujian antimikroba dilakukan dengan metode difusi agar dengan kertas cakram. Media NA cair disiapkan dan diinokulasikan dengan 0.1% suspense dari bakteri uji. Lalu media NA cair yang berisi bakteri uji tersebut di tuangkan ke dalam cawan petri steril dan dibiarkan hingga agar memadat. Kemudian kertas cakram steril disiapkan dengan diameter 5 mm. Celupkan kertas cakram kedalam sampel uji dan siapkan pula control positif berupa antibiotic dan control negative berupa pelarut. Tiriskan kertas cakram dan letakkan kertas cakram diatas agar. Cawan yang sudah berisi kultur bakteri uji dan kertas cakram di inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Amati ada atau tidaknya zona bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram. Lalu zona bening diukur menggunakan jangka sorong, dan lakukan pengukuran disetiap sisi. Adanya zona bening menunjukkan bahwa sampel uji memiliki aktivitas penghambatan terhadap beberapa bakteri pathogen yang diuji. Adapun bakteri uji yang digunakan adalah *Bacillus sp*, *Pseudomonas aeruginosa*, *E.Coli*, *Salmonella sp*, *Staphylococcus aureus*.

Analisis Data. Semua analisis dilakukan dalam rangkap tiga menggunakan perangkat lunak Minitab versi 16.0 (Minitab Inc, USA). Analisis varians (ANOVA) dilakukan untuk mengidentifikasi perbedaan yang signifikan antara setiap pasangan rata-rata pada tingkat kepercayaan 95.0%, dan beberapa uji rentang digunakan untuk menentukan mana yang secara signifikan berbeda satu sama lain. Selain itu,

perbedaan signifikan ditentukan dengan membandingkan rata-rata menggunakan uji Tukey pada tingkat signifikansi $P < 0,05$.

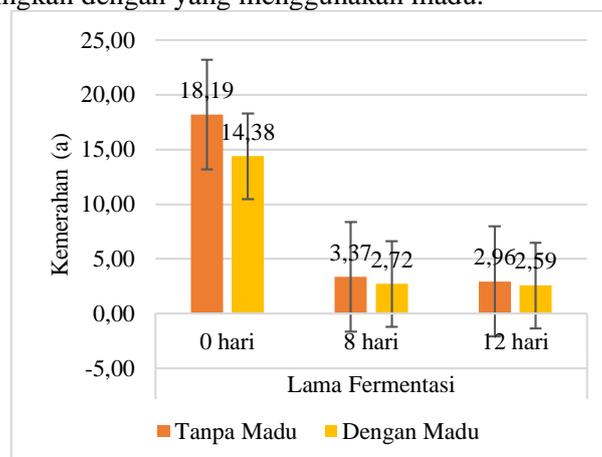
HASIL

Warna Kombucha Teh Hitam dengan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda



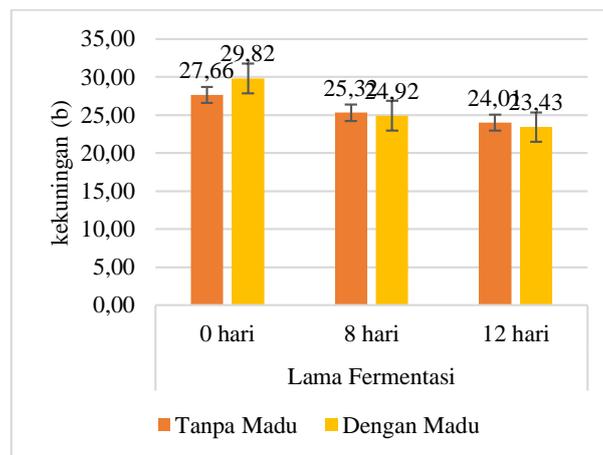
Gambar 1. Hasil Pengukuran Parameter Warna Kecerahan (L^*) Produk Kombucha Teh Hitam dengan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, Nilai Kecerahan (L^*) produk kombucha yang diproduksi dengan jenis pemanis dan lama fermentasi berbeda menunjukkan bahwa, tingkat kecerahan (L^*) kombucha akan meningkat signifikan ($p < 0,05$) sering dengan lamanya waktu fermentasi. Begitu pula dengan perbedaan jenis pemanis menghasilkan perbedaan tingkat kecerahan (L^*) yang signifikan ($p < 0,05$). Seperti yang terlihat pada Gambar 1, pada hari ke 0 baik kombucha yang menggunakan pemanis tanpa madu dan dengan madu memiliki tingkat kecerahan rendah dengan nilai berkisar 34.77 hingga 39.36. Kemudian selama proses fermentasi hingga hari ke 8 nilai kecerahan mengalami peningkatan menjadi berkisar pada rentang 43.86 hingga 49.93 dan nilai ini terus meningkat pada fermentasi hari ke 12 pada kedua jenis kombucha dengan nilai berkisar antara 49.78 hingga 59.63. Rerata untuk tingkat kecerahan kombucha yang diproduksi dengan pemanis tanpa madu memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan madu.



Gambar 2. Hasil Pengukuran Parameter Warna Kecerahan (a^*) Produk Kombucha Teh Hitam dengan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda.

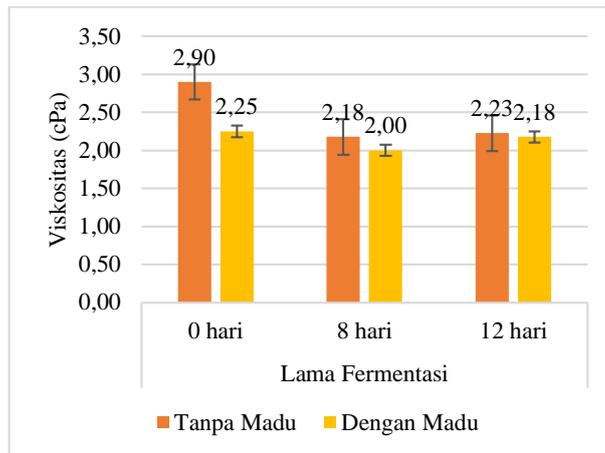
Berdasarkan penelitian yang dilakukan, Kemerahan (a^*) produk kombucha yang diproduksi dengan jenis pemanis dan lama fermentasi berbeda menunjukkan bahwa, tingkat kemerahan (a^*) kombucha menghasilkan perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$) sering dengan lamanya waktu fermentasi dan perbedaan jenis pemanis yang digunakan. Gambar 2 menunjukkan, pada hari ke 0 baik kombucha yang menggunakan pemanis tanpa madu dan dengan madu memiliki tingkat kemerahan yang tinggi dengan nilai berkisar 13.17 hingga 18.76. Kemudian selama proses fermentasi hingga hari ke 8 nilai kecerahan mengalami penurunan menjadi berkisar pada rentang 2.46 hingga 3.96. Nilai kemerahan ini meningkat pada fermentasi hari ke 12 pada kedua jenis kombucha dengan nilai berkisar antara 2.25 hingga 3.36. Rerata untuk tingkat kemerahan dari kombucha yang diproduksi dengan pemanis tanpa madu memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan madu.



Gambar 3. Hasil Pengukuran Parameter Warna Kecerahan (a), Kemerahan (b), Kekuningan (c), Hue $^{\circ}$ angle (d), Chroma (e), Perbedaan warna total (f) Produk Kombucha Teh Hitam dengan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, Kekuningan (b^*) produk kombucha yang diproduksi dengan jenis pemanis dan lama fermentasi berbeda menunjukkan bahwa, tingkat kekuningan (b^*) kombucha menghasilkan perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$) sering dengan lamanya waktu fermentasi namun tidak menghasilkan perbedaan yang signifikan ($p > 0.05$) terhadap jenis pemanis yang digunakan. Gambar 3 menunjukkan tren perubahan nilai kekuningan dari produk kombucha. Pada hari ke 0 baik kombucha yang menggunakan pemanis tanpa madu dan dengan madu memiliki tingkat kekuningan yang tinggi dengan nilai berkisar 25.88 hingga 32.18. Kemudian selama proses fermentasi hingga hari ke 8 nilai kecerahan mengalami penurunan menjadi berkisar pada rentang 24.17 hingga 26.13. Nilai kemerahan ini meningkat pada fermentasi hari ke 12 pada kedua jenis kombucha dengan nilai berkisar antara 23.21 hingga 24.16. Rerata untuk tingkat kekuningan dari kombucha yang diproduksi dengan pemanis yang ditambahkan madu memiliki nilai kekuningan yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan madu.

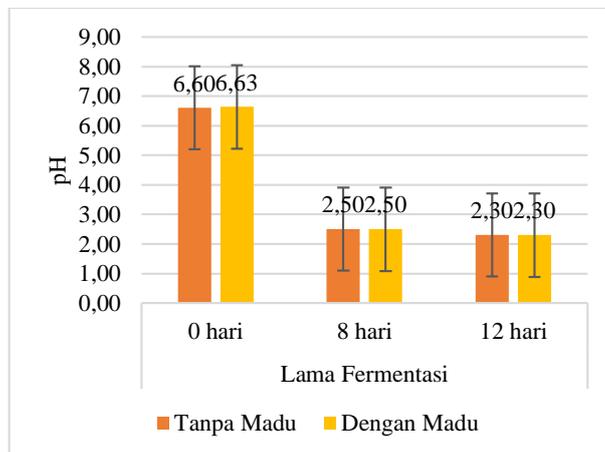
Viskositas Kombucha Teh Hitam dengan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda



Gambar 4. Hasil Pengukuran Parameter Viskositas Produk Kombucha Teh Hitam dengan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda.

Viskositas dari produk kombucha yang difermentasi dengan jenis pemanis berbeda dan lama waktu berbeda menunjukkan hasil yang signifikan ($p < 0.05$) pada parameter lama fermentasi, sedangkan jenis pemanis tidak memberikan perubahan yang signifikan ($p > 0.05$) untuk parameter viskositas seperti yang terlihat pada Gambar 4. Viskositas dari kombucha yang menggunakan pemanis tanpa madu dan dengan madu memiliki notasi yang sama Ketika dilakukan uji lanjut tukey, namun viskositas pemanis tanpa madu cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan madu. Kemudian untuk viskositas kombucha yang difermentasi dengan lama fermentasi berbeda menunjukkan penurunan nilai viskositas hingga hari ke 12. Namun viskositas pada hari ke 8 dan hari ke 12 tidak memiliki perbedaan signifikan, ditandai dengan perbedaan notasi pada uji lanjut tukey.

pH Kombucha Teh Hitam dengan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda

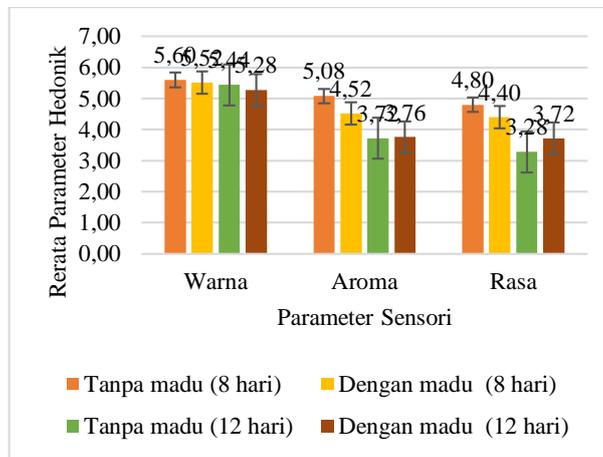


Gambar 5. Hasil Pengukuran Parameter Viskositas Produk Kombucha Teh Hitam dengan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda.

Tingkat keasaman dari kombucha dideskripsikan menggunakan nilai pH dan ditunjukkan pada Gambar 5. Produk kombucha yang diproduksi dengan jenis pemanis dan lama fermentasi berbeda menunjukkan perbedan. Faktor perbedaan jenis pemanis tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0.05$), Pada uji lanjut tukey, jenis pemanis dengan madu memiliki nilai pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tanpa madu, namun perbedaannya tidak signifikan. Sedangkan lama

fermentasi menunjukkan perubahan yang signifikan ($p < 0.05$) terhadap nilai pH sampel kombucha. Semakin lama waktu fermentasi maka nilai pH akan semakin rendah.

Tingkat Kesukaan Kombucha Teh Hitam dengan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda



Gambar 6. Hasil Pengukuran Parameter Viskositas Produk Kombucha Teh Hitam dengan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda

Rerata hasil tingkat kesukaan panelis terhadap parameter warna disajikan pada Gambar 6. Berdasarkan hasil uji Anova, perbedaan warna pada produk kombucha setelah melalui proses fermentasi yang diproduksi dengan jenis pemanis dan lama waktu fermentasi berbeda tidak menunjukkan perbedaan signifikan ($p > 0.05$) menurut panelis. Namun sampel kombucha tanpa madu cenderung lebih disukai oleh panelis dibandingkan dengan yang menggunakan madu. Sedangkan kombucha dengan lama fermentasi 8 hari juga lebih disukai dibandingkan kombucha yang difermentasi 12 hari untuk parameter warna.

Rerata hasil tingkat kesukaan panelis terhadap parameter rasa disajikan pada Gambar 6. Berdasarkan hasil uji Anova, perbedaan jenis pemanis tidak memberikan perbedaan yang signifikan ($p > 0.05$), sedangkan lama fermentasi memberikan perbedaan signifikan ($p < 0.05$) terhadap parameter rasa menurut panelis. Namun sampel kombucha tanpa madu cenderung lebih disukai oleh panelis dibandingkan dengan yang menggunakan madu dengan nilai rerata tertinggi. Sedangkan kombucha dengan lama fermentasi 8 hari juga lebih disukai dibandingkan kombucha yang difermentasi 12 hari untuk parameter rasa berdasarkan rerata nilai.

Rerata hasil tingkat kesukaan panelis terhadap parameter aroma disajikan pada Gambar 6. Berdasarkan hasil uji Anova, perbedaan jenis pemanis tidak memberikan perbedaan yang signifikan ($p > 0.05$), sedangkan lama fermentasi memberikan perbedaan signifikan ($p < 0.05$) terhadap parameter aroma berdasarkan persepsi panelis. Namun sampel aroma dari kombucha dengan madu cenderung lebih disukai oleh panelis dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan madu dengan nilai rerata tertinggi. Sedangkan kombucha dengan lama fermentasi 8 hari juga lebih disukai berdasarkan parameter aroma dibandingkan kombucha yang difermentasi 12 hari untuk parameter rasa berdasarkan rerata nilai.

Kandungan Vitamin C, dan Aktivitas Antimikroba Produk Kombucha Teh Hitam Terbaik Berdasarkan Tingkat Kesukaan Panelis

Tabel 2. Kandungan Vitamin C dan aktivitas antimikroba produk kombucha teh hitam terbaik

Parameter	Hasil	
	Tanpa Madu (8 hari)	Dengan Madu (8 hari)
Vitamin C (%)	0.95	1.89
<i>Bacillus sp</i>	3.80	4.10

Aktivitas	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1.10	1.50
Antimikroba	<i>E.Coli</i>	1.90	1.40
(Diameter Zona Bening (mm))	<i>Salmonella sp.</i>	2.90	3.30
	<i>Staphylococcus aureus</i>	1.60	4.20

Keterangan: Data Hasil Riset (2023)

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada uji hedonik, umumnya panelis paling menyukai produk kombucha yang difermentasi selama 8 hari. Sehingga pada produk tersebut dilanjutkan pengujian lebih lanjut mengenai kandungan vitamin C, total asam tertitrasi dan aktivitas penghambatannya terhadap bakteri patogen. Tabel 2 menunjukkan kandungan vitamin C dan aktivitas penghambatan mikroorganisme patogen akibat kombucha teh hitam perlakuan terbaik. Hasil menunjukkan produk kombucha yang diproduksi dengan madu memiliki kandungan vitamin C lebih tinggi dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan madu. Aktivitas antimikroba menunjukkan hasil berupa diameter zona bening, yang menggambarkan banyaknya bakteri patogen yang dapat dihambat oleh sampel yang diujikan. Pada penghambatan bakteri *Bacillus sp*, kombucha dengan madu lebih efektif (diameter 4.10 mm) dibandingkan dengan tanpa madu (diameter 3.80 mm). Sedangkan pada bakteri *Pseudomonas aeruginosa* diameter zona bening untuk sampel kombucha dengan madu juga lebih tinggi yaitu 1.50 mm dibandingkan dengan yang tanpa madu yaitu 1.10 mm. Selanjutnya untuk penghambatan pada bakteri *E.coli*, kombucha dengan pemanis tanpa madu memiliki aktivitas penghambatan lebih baik dibandingkan dengan pemanis madu dengan diameter berturut turut adalah 1.90 mm dan 1.40 mm. Sedangkan pada bakteri *Salmonella sp* kombucha yang diproduksi dengan madu memiliki diameter 3.30, lebih besar dibandingkan dengan kombucha tanpa madu. Hasil yang cukup signifikan ditunjukkan pada pembabatan bakteri *Staphylococcus aureus* memiliki zona penghambatan lebih tinggi yaitu 4.20 mm, dibandingkan dengan kombucha tanpa madu yang hanya 1.60 mm.

DISKUSI

Warna Kombucha Teh Hitam dengan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda. Nilai Kecerahan (L^*) adalah indikator terang-gelap untuk, dan semakin tinggi nilai L menunjukkan warna yang semakin terang sedangkan semakin rendah nilai L menunjukkan warna yang semakin gelap (Kim et al., 2007). Perbedaan warna pada kombucha bergantung pada substrat yang digunakan, baik itu teh yang digunakan ataupun jenis pemanis yang digunakan. Kombucha yang dihasilkan dari teh hitam menunjukkan warna coklat tua (Kaewkod et al., 2019) seperti yang terlihat pada sampel kombucha teh hitam pada hari ke 0 menunjukkan warna yang gelap dan menggambarkan nilai L^* yang rendah, hasil ini sesuai dengan yang diperoleh Zeng et al. (2017) yang menunjukkan semakin rendah pH dari teh menunjukkan nilai kecerahan yang semakin meningkat. Peningkatan kecerahan ini diinisiasi oleh adanya degradasi senyawa polifenol selama fermentasi. Daun teh kaya akan kelompok senyawa fitokimia yang dikenal sebagai polifenol yang jumlahnya hampir sepertiga dari berat daun kering. Warna teh dan sebagian besar rasanya disebabkan oleh keberadaan senyawa polifenol. Thearubigins kelompok polifenol yang terdapat pada teh hitam, yang merupakan pigmen merah-coklat yang ditemukan dalam teh hitam dan merupakan antara 7% dan 20% polifenol dari berat teh hitam kering (Harbowy et al., 1997). Warna teh hitam juga dipengaruhi oleh konsentrasi ion hidrogen di dalam air. Thearubigins dalam teh adalah asam pengion lemah dan anion (ion bermuatan negatif) yang mereka hasilkan sangat berwarna. Jika asam lemah ditambahkan kedalam teh hitam, maka ion hidrogen menekan ionisasi thearubigin, dan itu membuat teh menjadi lebih cerah (Wong et al., 2022).

Nilai a^* adalah indikator warna yang menggambarkan warna kehijauan-kemerahan. Semakin negatif nilai a^* menunjukkan nilai yang semakin hijau, sedangkan semakin tinggi nilai a^* menunjukkan warna yang semakin merah. Penurunan nilai a^* pada sampel kombucha yang difermentasi sejak hari ke 0 hingga hari ke 12, disebabkan oleh adanya proses hidrolisis senyawa yang terkandung didalam larutan teh yang telah diberi pemanis. Namun hidrosis senyawa fitokimia seperti fenolik yang memberikan

kontribusi besar terhadap perubahan warna pada proses fermentasi. Selama proses fermentasi oleh kultur bakteri dan ragi juga menghasilkan pembentukan asam-asam organik seperti asam asetat dan asam laktat akan terjadi. Asam-asam ini akan berkontribusi terhadap penurunan pH kombucha (Hur et al., 2014; Velićanski et al., 2014). pH kombucha pada penelitian ini juga mengalami penurunan sehingga terjadi perubahan warna. Senyawa thearubigins yang terhidrolisis akan mengubah warna teh menjadi cerah (Wong et al., 2022). Pengaruh pH terhadap perubahan warna teh juga diamati oleh Zeng et al. (2017), dimana penurunan nilai pH ditemukan berkontribusi terhadap penurunan nilai a^* dari sampel teh yang diuji.

Nilai b^* adalah indikator warna yang menggambarkan warna kebiruan-kekuningan. Semakin negatif nilai b^* menunjukkan nilai yang semakin biru, sedangkan semakin tinggi nilai b^* menunjukkan warna yang semakin kuning. Penurunan nilai b^* yang terjadi pada penelitian ini selama masa fermentasi, disebabkan karena adanya hidrolisis senyawa yang berasal dari gula dan berasal dari teh hitam. Pemanis berupa madu dan gula mengandung berbagai macam karbohidrat berbentuk monosakarida dan disakarida, yaitu glukosa, fruktosa dan sukrosa serta beberapa gula pereduksi lainnya. Selama fermentasi gula ini akan di hidrolisis oleh bakteri asam asetat membentuk asam asetat, bakteri asam laktat membentuk asam laktat dan oleh ragi akan diubah menjadi alkohol (Gomes et al., 2018; Martínez Leal et al., 2018). Terbentuknya asam-asam ini akan menurunkan pH dari kombucha. Adanya senyawa polifenol yang terkandung didalam teh, berkontribusi memberikan warna coklat tua (Kaewkod et al., 2019). Perubahan pH dari larutan kombucha yang akan berkontribusi terhadap perubahan warna menjadi lebih cerah, dimana nilai b^* menurun dengan menurunnya pH larutan. Hasil yang sama diperoleh dimana terjadi penurunan nilai b^* pada sampel teh yang diuji dengan semakin menurunnya pH (Zeng et al., 2017).

Viskositas Kombucha Teh Hitam dengan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda.

Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan dalam fluida (Ariyanti & Mulyono, 2010). Kadar viskositas yang tinggi pada kombucha yang menggunakan pemanis berupa gula pasir ini diduga karena penggunaan gula berupa sukrosa memiliki kemampuan mengikat air. Sukrosa merupakan salah satu jenis pemanis yang memiliki kemampuan mengikat air yang tinggi. Madu juga diketahui memiliki kemampuan mengikat air yang tinggi karena kandungannya. Kandungan karbohidrat yang tinggi pada bahan pemanis gula dan madu menyebabkan viskositas kombucha pada hari ke 0 tinggi karena lebih banyak air akan diikat oleh karbohidrat dan viskositas meningkat. Hal ini juga didukung oleh Lau (2013) yang menyatakan bahwa madu mengandung karbohidrat yang sangat tinggi yang bersifat mengikat air. Kandungan karbohidrat pada madu sekitar 80–85% karbohidrat, dan memiliki kandungan 15–17% air, 0,3% protein, 0,2% abu dan sedikit asam amino, fenol, pigmen dan vitamin (Bogdanov et al., 2008; Miguel et al., 2017). Konsentrasi rata-rata karbohidrat di dalam madu umumnya berupa monosakarida dan disakarida berupa Fruktosa, Glukosa, Sukrosa dan gula pereduksi dengan konsentrasi berturut-turut adalah 38,38%, 30,31%, 1,31% dan 76,65%. Karena adanya kandungan air didalam Madu, maka Ketika madu ditambahkan kedalam formulasi akan menyebabkan menurunnya viskositas dari larutan, dibandingkan dengan penggunaan pemanis berupa kristal padat. Ini selanjutnya didukung oleh (Bastanta, Karo-Karo, and Rusmarilin, 2017) yang menyatakan bahwa penambahan bahan selain madu digunakan sebagai pemanis juga dapat menjadi sumber padatan yang meningkatkan kekentalan suatu produk.

Penurunan Viskositas kombucha seiring dengan lama fermentasi, diduga karena adanya penguraian gula oleh bakteri (asetat & laktat) dan yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) pada starter kombucha. Proses fermentasi terdiri dari asosiasi simbiosis ragi dan bakteri yang diatur dalam matriks selulosa. Ragi, melalui enzim invertase, mengkatalisis hidrolisis sukrosa menjadi fruktosa dan glukosa, menghasilkan etanol melalui jalur glikolitik. Di sisi lain, bakteri asetat menghasilkan asam asetat dari oksidasi etanol, melalui enzim alkohol dehidrogenase dan aldehida dehidrogenase. Pada akhir proses, air dan karbon dioksida juga ditemukan sebagai produk akhir. Selain itu, mereka juga mampu mengubah glukosa menjadi asam glukonat dan glukuronat (Gomes et al., 2018; Martínez Leal et al., 2018). Selama proses, fruktosa digunakan lebih sedikit dan dapat ditemukan setelah fermentasi (Nunmer, 2013). Konsentrasi

awal zat bioaktif pada bahan baku (daun teh) dapat berubah akibat aktivitas metabolisme komunitas mikroba SCOBY selama fermentasi kombucha. Misalnya, kandungan polifenol, flavonoid dan gula pada kombucha teh hitam yang difermentasi pada suhu 28 °C selama 21 hari meningkat sedangkan viskositasnya menurun seiring dengan lama fermentasi dibandingkan dengan teh hitam yang tidak difermentasi atau dimaniskan, yang dihasilkan dari degradasi senyawa kompleks menjadi zat yang lebih kecil oleh kombucha SCOBY (Bhattacharya et al., 2016).

pH Kombucha Teh Hitam dengan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda. pH adalah parameter fermentasi lain yang mempengaruhi fermentasi kombucha. Kombucha tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan mikroba dan aktivitas enzim tetapi juga perubahan struktural pada zat bioaktif, yang dapat mempengaruhi sifat biologis produk kombucha (Hur et al., 2014). Berdasarkan hasil pada penelitian ini, pengaruh perbedaan jenis pemanis tidak menunjukkan perbedaan diduga karena kandungan yang terkandung didalam kedua jenis pemanis merupakan substrat yang digunakan oleh bakteri dan ragi untuk menghasilkan asam-asam organik dan alkohol. Penurunan nilai pH selama proses fermentasi, disebabkan oleh karena adanya pembentukan asam-asam organik oleh bakteri terutama bakteri asetat dan sedikit bakteri laktat yang menyebabkan menurunnya nilai pH dari produk kombucha selama proses fermentasi. Nilai pH yang rendah dapat memberikan rasa asam pada produk (Velićanski et al., 2014).

Tingkat Kesukaan Kombucha Teh Hitam dengan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda. Warna merupakan atribut sensori penting yang mempengaruhi persepsi rasa makanan dengan mempengaruhi atribut gustatory dan olfactory, dan/atau dengan mempengaruhi keseluruhan persepsi rasa multisensory serta mempengaruhi penerimaan terhadap suatu produk (Spence et al., 2010). Menurut tingkat kesukaan panelis, warna dari ke empat sampel yang diujikan tidak memiliki perbedaan yang cukup menonjol. Warna dari kombucha yang diproduksi menggunakan jenis pemanis dan lama fermentasi berbeda berada pada tingkatan cenderung netral hingga agak disukai. Semakin cerah warna sampel kombucha, tingkat kesukaan panelis terhadap sampel tersebut semakin rendah. Peningkatan kecerahan ini yang diduga menjadi alasan penurunan tingkat kesukaan oleh konsumen. Zellner (2003), juga mengklaim bahwa makanan dengan warna yang tepat dianggap memiliki intensitas rasa yang lebih kuat dan kualitas yang lebih baik daripada makanan dengan warna yang tidak sesuai, tetapi dalam penelitian ini panelis mencicipi sampel, tidak hanya mengamatinya. Ini adalah fakta yang diterima secara luas bahwa makanan bisa lebih atau kurang menarik karena penampilannya, sebelum mengujinya (Piqueras-Fiszman et al., 2013; Spence et al., 2010). Warna telah lama diketahui merupakan salah satu isyarat visual yang paling menonjol mengenai kemungkinan sifat sensorik (misalnya, rasa/rasa) dari pemilihan makanan maupun minuman (Clydesdale, 1984). Warna yang memiliki saturasi tinggi cenderung lebih disukai karena diharapkan memiliki rasa yang lebih kuat (Wei et al., 2012).

Rasa merupakan parameter penting yang akan mempengaruhi tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk. Atribut rasa berhubungan penting dengan atribut sensori lainnya seperti warna dan aroma. Karena rasa akan mempengaruhi atribut gustatory dan olfactory, sehingga mempengaruhi keseluruhan persepsi rasa multisensory serta mempengaruhi penerimaan terhadap suatu produk (Spence et al., 2010). Hasil penelitian menunjukkan tingkat penerimaan panelis terhadap penampakan memiliki nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan Pemanis tanpa madu dengan lama fermentasi selama 8 hari dengan skala hedonik sebesar 4.8 yang menandakan konsumen cenderung netral-agak menyukai. Hal ini diduga karena pada 8 hari fermentasi, rasa dari kombucha tidak terlalu asam, karena Asam organik yang terbentuk belum terlalu tinggi. Sedangkan kombucha yang difermentasi selama 12 hari cenderung agak tidak disukai-netral dengan skala hedonic 3.72. Semakin lama waktu fermentasi, penurunan pH akan semakin tinggi sehingga rasa minuman yang dihasilkan akan semakin asam. Hal ini disebabkan khamir dan bakteri melakukan metabolisme terhadap sukrosa dan menghasilkan sejumlah asam-asam organik seperti asam asetat, asam glukoronat dan asam glukonat (Jasman et al., 2013). Peningkatan rasa asam ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati et al. (2020) dimana semakin lama

waktu fermentasi, maka rasa asam dari produk kombucha akan semakin tinggi dan rasa asamnya semakin kuat, sehingga kurang disukai oleh panelis. Adanya madu mungkin mempengaruhi penurunan tingkat kesukaan panelis terhadap produk kombucha, namun pada penelitian ini adanya madu tidak begitu mempengaruhi rasa.

Aroma dari makanan dan minuman merupakan atribut sensory penting setelah warna, yang dapat mempengaruhi persepsi konsumen terhadap rasa. Senyawa aroma dilepaskan dari matriks makanan dan mencapai reseptor penciuman yang terletak di rongga hidung manusia (jalur retro-nasal) selama atau sebelum konsumsi (Buettner & Beauchamp, 2010; Poinot et al., 2013; Tournier et al., 2007). Interaksi sensorik muncul karena persepsi simultan dari rangsangan yang berbeda (Noble, 1996). Aroma dari produk kombucha yang diperoleh dari jenis pemanis tanpa madu memiliki nilai hedonic aroma yang tinggi, sedangkan yang menggunakan pemanis madu memiliki nilai hedonic yang cenderung lebih rendah dengan skala hedonic 4 yang menunjukkan panelis cenderung netral. Sedangkan untuk produk kombucha yang diproduksi selama 8 hari memiliki skala hedonic 4.6 yang menunjukkan panelis agak menyukai produk kombucha yang difermentasi selama 8 hari, sedangkan untuk yang diproduksi 12 hari mendapat skala hedonic 3.5 yang menunjukkan bahwa panelis cenderung agak tidak suka dengan aroma menyengat dari kombucha ini. Penurunan kesukaan panelis akibat lamanya waktu fermentasi diduga akibat proses fermentasi yang terus berjalan sehingga semakin banyak senyawa yang dihidrolisis dan semakin banyak asam organik seperti asam asetat, asam glukonat, dan asam glukoronat terbentuk (Jasman et al., 2013) sehingga aroma kombucha akan lebih masam. Menurut (Neffe-Skocińska, Sionek, Ścibisz, & Kołożyn-Krajewska (2017), aroma teh, lemon dan asam biasanya akan muncul pada produk kombucha. Hasil ini sejalan pada penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati et al. (2020)

Kandungan Vitamin C, dan Aktivitas Antimikroba Produk Kombucha Teh Hitam Terbaik Berdasarkan Tingkat Kesukaan Panelis. Pada hasil penelitian ini, didapatkan bahwa kandungan vitamin C pada kombucha yang diproduksi menggunakan madu memiliki kadar vitamin C yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa madu. Hal ini disebabkan karena kandungan alami yang dimiliki oleh madu, dimana madu diketahui mengandung vitamin C berada dalam kisaran 13,89 dan 27,32 mg/100g dengan rata-rata $21,15 \pm 3,99$ mg/100g (Cantarelli et al., 2008; Gheldof & Engeseth, 2002). Sedangkan vitamin C yang berasal dari produk kombucha yang diproduksi tanpa menggunakan madu dimungkinkan terbentuk selama proses fermentasi. Asosiasi ragi dan bakteri memanfaatkan substrat dalam jalur metabolisme yang berbeda untuk menghasilkan beberapa metabolit yang efisien, seperti asam organik, vitamin, polifenol teh, etanol, asam amino, enzim hidrolitik, dan mineral (Jayabalan et al., 2014). Vitamin B₁, B₂, B₆, B₉, B₁₂, C adalah jenis vitamin yang ada pada produk Kombucha (Bauer-Petrovska & Petrushevska-Tozi, 2000; Malbaša et al., 2011; Vitas et al., 2013)

Pada hasil penelitian ini, adanya aktivitas antimikroba dari produk kombucha terhadap beberapa jenis bakteri diduga disebabkan karena terbentuknya asam-asam organik seperti asam asetat dan asam laktat yang mampu mencegah pertumbuhan dari bakteri pembusuk dan pathogen (Deghrigue et al., 2013) Selain asam organik, produk kombucha juga diketahui mengandung polifenol dan beberapa komponen yang berasal dari bahan dan memiliki aktivitas antimikroba. Studi lain menunjukkan hasil yang sama, bahwa kombucha the hitam memiliki aktivitas antibakteri yang tinggi dan bisa menghambat pertumbuhan bakteri pathogen secara luas, namun juga diketahui memiliki aktivitas antifungal (Battikh et al., 2013). Adapun bakteri pathogen yang mampu dihambat oleh kombucha antara lain *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae*, *Salmonella typhi*, dan *Vibrio cholera* (Kaewkod et al., 2019). *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*, *S. enteritidis*, *Erwinia carotovora*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Sarcina lutea*, ragi (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida pseudotropicalis*, *Rhodotorula sp.*), dan kapang (*Aspergillus niger*, *Penicillium aurantiogriseum*, dan *Aspergillus flavus*) (Deghrigue et al., 2013).

Adanya aktivitas antimikroba dari kombucha yang diproduksi dengan penambahan madu memiliki aktivitas penghambatan lebih tinggi dibandingkan dengan yang tanpa madu diduga disebabkan karena komponen yang berasal dari bahan baku berupa madu telah memiliki aktivitas antimikroba. Madu diketahui mengandung polifenol dan vitamin C yang kadarnya akan berbeda-beda bergantung pada jenis

madunya. Berbagai fitokimia, serta zat lain termasuk asam organik, vitamin, dan enzim; beberapa di antaranya dapat berfungsi sebagai sumber antioksidan makanan juga terdapat dalam madu (Cantarelli et al., 2008; Gheldof & Engeseth, 2002). Keberadaan senyawa-senyawa ini yang pada akhirnya dapat meningkatkan aktivitas antibakteri pada produk kombucha yang diproduksi oleh pemanis madu. Sedangkan kandungan pada gula pasir didominasi oleh sukrosa 97,1%, gula reduksi 1,24%, kadar airnya 0,61%, dan senyawa organik bukan gula 0,7% (Darwin, 2013). pH rendah pada kombucha juga berkontribusi terhadap aktivitas antimikrobanya the lower pH of kombucha by lactic acid is also attributed to antimicrobial activity (Dufresne & Farnworth, 2000).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan jenis pemanis dapat mempengaruhi perbedaan tingkat kecerahan (L^*), kemerahan (a^*), namun tidak mempengaruhi nilai kekuningan (b^*), viskositas dan pH. Sedangkan lama fermentasi mempengaruhi tingkat kecerahan (L^*), kemerahan (a^*), kekuningan (b^*), viskositas, dan pH dari produk kombucha yang dihasilkan. Sedangkan berdasarkan pengujian tingkat kesukaan, hanya atribut warna saja yang tidak dipengaruhi oleh jenis pemanis dan lama fermentasi. Sedangkan untuk atribut aroma dan rasa, hanya lama fermentasi yang berpengaruh terhadap tingkat kesukaan panelis, dan jenis pemanis tidak mengakibatkan perbedaan yang signifikan. Pengujian kadar vitamin C dan aktivitas antibakteri pada produk yang disukai oleh konsumen yaitu seluruh kombucha yang difermentasi selama 8 hari dengan pemanis manapun. Hasil menunjukkan kadar vitamin C tertinggi diperoleh kombucha yang menggunakan pemanis dengan gula, sedangkan aktivitas antibakteri untuk penghambatan bakteri *Bacillus sp*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella sp* dan *Staphylococcus aureus* lebih baik pada kombucha yang menggunakan pemanis dengan madu, sedangkan untuk penghambatan *E.coli* pemanis tanpa madu lebih baik.

SARAN

Adapun saran dari penelitian ini diperlukan adanya pengujian lebih lanjut mengenai senyawa apa saja yang terkandung pada kombucha dengan pemanis gula dan pemanis dengan madu, serta perlunya Analisa lebih lanjut pada hewan coba. Sehingga penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pembelajaran yang kiranya mengetahui kandungan senyawa fitokimia dan mengetahui manfaat lebih luas dari produk kombucha teh hitam dengan penambahan jenis pemanis, gula, madu dan lainnya, serta perlunya dilakukan pengujian lanjut mengenai efeknya ke tubuh. Sehingga hasil penelitian ini dapat menjadi pengembangan ilmu serta dapat di terapkan kepada masyarakat untuk menjaga kesehatan. Penelitian ini di harapkan dapat menjadi pengetahuan dibidang Ilmu pangan dan kesehatan

DAFTAR PUSTAKA

- Aboulwafa, M. M., Youssef, F. S., Gad, H. A., Altyar, A. E., Al-Azizi, M. M., & Ashour, M. L. (2019). A comprehensive insight on the health benefits and phytoconstituents of *Camellia sinensis* and recent approaches for its quality control. *Antioxidants*, 8(10), 455.
- Aloulou, A., Hamden, K., Elloumi, D., Ali, M. B., Hargafi, K., Jaouadi, B., ... Ammar, E. (2012). Hypoglycemic and antilipidemic properties of kombucha tea in alloxan-induced diabetic rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12(1), 1–9.
- Ariyanti, E. S., & Mulyono, A. (2010). Otomatisasi Pengukuran koefisien viskositas zat cair menggunakan gelombang ultrasonik. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*.
- Balagu, T. V., & Towobola, O. (2017). Production and quality analysis of wine from honey and coconut milk blend using *Saccharomyces cerevisiae*. *Fermentation*, 3(2), 16.
- Bastanta, D., Karo-Karo, T., & Rusmarilin, H. (2017). Pengaruh perbandingan sari sirsak dengan sari bit dan konsentrasi gula terhadap sirup sabit. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 5(1), 102–108.
- Battikh, H., Bakhrouf, A., & Ammar, E. (2012). Antimicrobial effect of Kombucha analogues. *LWT-*

- Food Science and Technology*, 47(1), 71–77.
- Bauer-Petrovska, B., & Petrushevska-Tozi, L. (2000). Mineral and water soluble vitamin content in the Kombucha drink. *International Journal of Food Science & Technology*, 35(2), 201–205.
- Bhattacharya, D., Bhattacharya, S., Patra, M. M., Chakravorty, S., Sarkar, S., Chakraborty, W., ... Gachhui, R. (2016). Antibacterial activity of polyphenolic fraction of kombucha against enteric bacterial pathogens. *Current Microbiology*, 73, 885–896.
- Biharee, A., Sharma, A., Kumar, A., & Jaitak, V. (2020). Antimicrobial flavonoids as a potential substitute for overcoming antimicrobial resistance. *Fitoterapia*, 146, 104720.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: a review. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(6), 677–689.
- Buettner, A., & Beauchamp, J. (2010). Chemical input–Sensory output: Diverse modes of physiology–flavour interaction. *Food Quality and Preference*, 21(8), 915–924.
- Cantarelli, M. A., Pellerano, R. G., Marchevsky, E. J., & Camiña, J. M. (2008). Quality of honey from Argentina: Study of chemical composition and trace elements. *The Journal of Argentine Chemical Society*, 96(1–2), 33–41.
- Cardoso, R. R., Neto, R. O., dos Santos D’Almeida, C. T., do Nascimento, T. P., Pressete, C. G., Azevedo, L., ... de Barros, F. A. R. (2020). Kombuchas from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities. *Food Research International*, 128, 108782.
- Cavalcante da Silva, S. M. P., de Carvalho, C. A. L., Sodré, G. da S., & Estevinho, L. M. (2018). Production and characterization of mead from the honey of *Melipona scutellaris* stingless bees. *Journal of the Institute of Brewing*, 124(2), 194–200.
- Clydesdale, F. M. (1984). The influence of color on sensory perception and food choices. *Devel Opments in Food Colours 2*.
- Cushnie, T. P. T., & Lamb, A. J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26(5), 343–356.
- Deghrigue, M., Chriaa, J., Battikh, H., Abid, K., & Bakhrouf, A. (2013). Antiproliferative and antimicrobial activities of kombucha tea. *African Journal of Microbiology Research*, 7(27), 3466–3470.
- Diallo, B., Li, M., Tang, C., Ameen, A., Zhang, W., & Xie, G. H. (2019). Biomass yield, chemical composition and theoretical ethanol yield for different genotypes of energy sorghum cultivated on marginal land in China. *Industrial Crops and Products*. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.05.030>
- Donadio, G., Mensitieri, F., Santoro, V., Parisi, V., Bellone, M. L., De Tommasi, N., ... Dal Piaz, F. (2021). Interactions with microbial proteins driving the antibacterial activity of flavonoids. *Pharmaceutics*, 13(5), 660.
- Dufresne, C., & Farnworth, E. (2000). Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Research International*, 33(6), 409–421.
- Dutta, H., & Paul, S. K. (2019). Kombucha drink: Production, quality, and safety aspects. In *Production and management of beverages* (pp. 259–288). Elsevier.
- Gheldof, N., & Engeseth, N. J. (2002). Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 3050–3055.
- Głód, B. K., & Piszcz, P. (2021). Changes in the antioxidative properties of honeys during their fermentation. *Open Chemistry*, 19(1), 600–603.
- Gomes, R. J., de Fatima Borges, M., de Freitas Rosa, M., Castro-Gómez, R. J. H., & Spinosa, W. A. (2018). Acetic acid bacteria in the food industry: systematics, characteristics and applications. *Food Technology and Biotechnology*, 56(2), 139.
- Górniak, I., Bartoszewski, R., & Króliczewski, J. (2019). Comprehensive review of antimicrobial

- activities of plant flavonoids. *Phytochemistry Reviews*, 18, 241–272.
- Goswami, P., Kalita, C., & Bhuyan, A. C. (2020). Antibacterial Activity of Black Tea Extract against *S. mutans*, *S. aureus*, *L. acidophilus*, *Klebsiella* and *E. coli*. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 9(01), 18–22.
- Guzel-Seydim, Z., Kok-Tas, T., & Greene, A. K. (2010). Kefir and koumiss: microbiology and technology. *Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products*, 143, 164.
- Harbowy, M. E., Balentine, D. A., Davies, A. P., & Cai, Y. (1997). Tea chemistry. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 16(5), 415–480.
- Howse, S. (2018). Managing the risk of fermenting honey. In *FERMENTATION OF PACKED HONEY* (pp. 13–15). The New Zealand BeeKeeper.
- Hur, S. J., Lee, S. Y., Kim, Y.-C., Choi, I., & Kim, G.-B. (2014). Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food Chemistry*, 160, 346–356.
- Iglesias, A., Pascoal, A., Choupina, A. B., Carvalho, C. A., Feás, X., & Estevinho, L. M. (2014). Developments in the fermentation process and quality improvement strategies for mead production. *Molecules*, 19(8), 12577–12590.
- Jasman, J., Prijambada, I. D., Hidayat, C., & Widiyanto, D. (2013). Ethanol fermentation on mixed sugars using mixed culture of two yeast strains. *Indonesian Journal of Biotechnology*, 18(2), 116–122.
- Jayabalan, R., Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., & Sathishkumar, M. (2014). A review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 538–550.
- Kaewkod, T., Bovonsombut, S., & Tragoolpua, Y. (2019). Efficacy of kombucha obtained from green, oolong, and black teas on inhibition of pathogenic bacteria, antioxidation, and toxicity on colorectal cancer cell line. *Microorganisms*, 7(12), 700.
- Kapp, J. M., & Sumner, W. (2019). Kombucha: A systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Annals of Epidemiology*, 30, 66–70.
- Katina, K., Laitila, A., Juvonen, R., Liukkonen, K.-H., Kariluoto, S., Piironen, V., ... Poutanen, K. (2007). Bran fermentation as a means to enhance technological properties and bioactivity of rye. *Food Microbiology*, 24(2), 175–186.
- Kim, E. S., Liang, Y. R., Jin, J., Sun, Q. F., Lu, J. L., Du, Y. Y., & Lin, C. (2007). Impact of heating on chemical compositions of green tea liquor. *Food Chemistry*, 103(4), 1263–1267.
- Kunaepah, U. (2008). Pengaruh Lama Fermentasi Dan Konsentrasi Glukosa Terhadap Aktivitas Antibakteri, Polifenol Total Dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah The Effect Of Fermentation Duration And Glucose Concentration On Antibacterial Activity, Total Polyphenol And Chemical Quality Of Kidney Bean Milk Kefir. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- Lau, E. (2013). *Heathy Express Super Sehat dalam 2 Minggu*. Gramedia Pustaka Utama.
- Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., & Čanadanović-Brunet, J. M. (2011). Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage. *Food Chemistry*, 127(4), 1727–1731.
- Martínez Leal, J., Valenzuela Suárez, L., Jayabalan, R., Huerta Oros, J., & Escalante-Aburto, A. (2018). A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CyTA-Journal of Food*, 16(1), 390–399.
- Miguel, M. G., Antunes, M. D., & Faleiro, M. L. (2017). Honey as a complementary medicine. *Integrative Medicine Insights*, 12, 1178633717702869.
- 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.
- Noble, A. C. (1996). Taste-aroma interactions. *Trends in Food Science & Technology*, 7(12), 439–444.
- Nummer, B. A. (2013). SPECIAL REPORT: Kombucha brewing under the Food and Drug Administration Model Food Code: Risk analysis and processing guidance. *Journal of*

- Environmental Health*, 76(4), 8–11.
- Nurhayati, N., Yuwanti, S., & Urbahillah, A. (2020). Karakteristik fisikokimia dan sensori kombucha Cascara (kulit kopi ranum). *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 31(1), 38–49.
- Osuntoki, A., & Korie, I. (2010). Antioxidant activity of whey from milk fermented with *Lactobacillus* species isolated from Nigerian fermented foods. *Food Technology and Biotechnology*, 48(4), 505–512.
- Piqueras-Fiszman, B., Giboreau, A., & Spence, C. (2013). Assessing the influence of the color of the plate on the perception of a complex food in a restaurant setting. *Flavour*, 2, 1–11.
- Piszczyk, P., & Głód, B. K. (2019). Antioxidative properties of selected polish honeys. *Journal of Apicultural Science*, 63(1), 81–91.
- Poinot, P., Arvisenet, G., Ledauphin, J., Gaillard, J.-L., & Prost, C. (2013). How can aroma-related cross-modal interactions be analysed? A review of current methodologies. *Food Quality and Preference*, 28(1), 304–316.
- Santos, J. S., Deolindo, C. T. P., Hoffmann, J. F., Chaves, F. C., do Prado-Silva, L., Sant'Ana, A. S., ... Granato, D. (2018). Optimized *Camellia sinensis* var. *sinensis*, *Ilex paraguariensis*, and *Aspalathus linearis* blend presents high antioxidant and antiproliferative activities in a beverage model. *Food Chemistry*, 254, 348–358.
- Spence, C., Levitan, C. A., Shankar, M. U., & Zampini, M. (2010). Does food color influence taste and flavor perception in humans? *Chemosensory Perception*, 3, 68–84.
- Srihari, T., Arunkumar, R., Arunakaran, J., & Satyanarayana, U. (2013). Downregulation of signalling molecules involved in angiogenesis of prostate cancer cell line (PC-3) by kombucha (lyophilized). *Biomedicine & Preventive Nutrition*, 3(1), 53–58.
- Tanaka, T., & Kouno, I. (2003). Oxidation of tea catechins: Chemical structures and reaction mechanism. *Food Science and Technology Research*, 9(2), 128–133.
- Tournier, C., Sulmont-Rossé, C., & Guichard, E. (2007). Flavour perception: aroma, taste and texture interactions. Global Science Books.
- Twilley, J., Jutzi, C., & Tomasino, E. (2018). Influence of fermentation temperature and nutrient addition on chemical and sensory characteristics of traditional honey wine. *Annals of Food Processing and Preservation*.
- Velićanski, A. S., Cvetković, D. D., Markov, S. L., Tumbas Šaponjac, V. T., & Vulić, J. J. (2014). Antioxidant and antibacterial activity of the beverage obtained by fermentation of sweetened lemon balm (*Melissa officinalis* L.) tea with symbiotic consortium of bacteria and yeasts. *Food Technology and Biotechnology*, 52(4), 420–429.
- Vitas, J. S., Malbaša, R. V., Grahovac, J. A., & Lončar, E. S. (2013). The antioxidant activity of kombucha fermented milk products with stinging nettle and winter savory. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 19(1), 129–139.
- Wang, L., Luo, Z., & Shahbazi, A. (2013). Optimization of simultaneous saccharification and fermentation for the production of ethanol from sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) bagasse using response surface methodology. *Industrial Crops and Products*. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.06.005>
- Wei, S.-T., Ou, L.-C., Luo, M. R., & Hutchings, J. B. (2012). Optimisation of food expectations using product colour and appearance. *Food Quality and Preference*, 23(1), 49–62.
- Wong, M., Sirisena, S., & Ng, K. (2022). Phytochemical profile of differently processed tea: A review. *Journal of Food Science*, 87(5), 1925–1942.
- Wu, T., Zang, X., He, M., Pan, S., & Xu, X. (2013). Structure-activity relationship of flavonoids on their anti-*Escherichia coli* activity and inhibition of DNA gyrase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(34), 8185–8190.
- Yucel, B., Topal, E., & Kosoglu, M. (2017). Bee products as functional food. *Superfood and Functional Food-An Overview of Their Processing and Utilization*, 15–33.
- Zellner, D. A. (2003). Effect of color on expected and experienced refreshment, intensity, and. Montclair

State University.

Zeng, L., Ma, M., Li, C., & Luo, L. (2017). Stability of tea polyphenols solution with different pH at different temperatures. *International Journal of Food Properties*, 20(1), 1–18.