

Characterization and Sensory Evaluation of Moringa Leaf (*Moringa oleifera* L.) Kombucha Optimal

Karakterisasi dan Evaluasi Sensori Kombucha Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Optimal

Allysa Rowihatunnufus Hikmah¹⁾, Rahmah Utami Budiandari^{*2)}

¹⁾Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknologi pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: rahmautami@umsida.ac.id

Abstract. Generally, kombucha is made using black tea or green tea, but now many studies have explored the use of various types of leaves in the kombucha making process. One of the substitutes is Moringa leaves. This study aims to determine the optimum treatment related to kombucha flavonoid content. Kombucha optimization was carried out using Response Surface Methodology (RSM) with Central Composite Design (CCD), the observed variables were sucrose concentration and fermentation time, towards the total flavonoid response. The optimum solution results obtained in the treatment of 20% sucrose concentration and 144 hours of fermentation and obtained a total flavonoid response of 0.182 mgQE/g. From the optimum results, characterization was carried out on total sugar 0.62%, vitamin C 0.12%, pH value 4.6, total soluble solids 15.4°Brix, color and organoleptic of moringa leaf kombucha on the color parameter most preferred by 53.33% of panelists.

Keywords - Kombucha; Moringa leaves; Fermentation; Sucrose; Flavonoid

Abstrak. Umumnya pembuatan kombucha menggunakan teh hitam maupun teh hijau, kini telah banyak dilakukan penelitian yang mengeksplorasi penggunaan berbagai jenis daun dalam proses pembuatan kombucha. Salah satu penggantinya yakni daun kelor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perlakuan optimum terkait kandungan flavonoid kombucha. Optimasi kombucha dilakukan dengan metode Response Surface Methodology (RSM) dengan Central Composite Design (CCD), variabel yang diamati konsentrasi sukrosa dan lama fermentasi, terhadap respon total flavonoid. Hasil solusi optimum yang diperoleh pada perlakuan konsentrasi sukrosa 20% dan lama fermentasi 144 jam dan didapatkan respon total flavonoid sebesar 0.182 mgQE/g. Dari hasil optimum dilakukan karakterisasi pada total gula 0.62%, vitamin C 0.12%, nilai pH 4,6, total padatan terlarut 15,4°Brix, warna dan organoleptik kombucha daun kelor pada parameter warna paling disukai oleh 53.33% panelis.

Kata Kunci - Kombucha; Daun kelor; Fermentasi; Sukrosa; Flavonoid

I. PENDAHULUAN

Kombucha adalah minuman probiotik yang dihasilkan melalui proses fermentasi dari campuran teh dan gula, di mana ditambahkan starter mikroba berupa SCOBY (*Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast*) sebagai agen fermentasi. Proses ini melibatkan berbagai mikroorganisme, terutama bakteri *Acetobacter xylinum* serta sejumlah jenis ragi atau khamir lainnya [1]. SCOBY berasal dari bakteri dan juga ragi, yang hidup dalam satu koloni yang sama dengan bentuk lapisan gel [2]. Dari proses fermentasi kombucha, dihasilkan minuman dengan perpaduan rasa asam dan manis yang khas, sekaligus memberikan berbagai manfaat bagi kesehatan tubuh. Manfaat ini termasuk mendukung keseimbangan mikroflora dalam usus, yang penting untuk sistem pencernaan yang sehat, serta meningkatkan daya tahan tubuh terhadap infeksi. Selain itu, kombucha juga memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme berbahaya dalam saluran pencernaan, sehingga membantu menjaga kesehatan saluran cerna secara keseluruhan [3].

Umumnya pembuatan kombucha menggunakan larutan teh hitam maupun teh hijau, kini telah banyak dilakukan penelitian yang mengeksplorasi penggunaan berbagai jenis daun dalam proses pembuatan kombucha. Salah satu penggantinya yakni daun kelor [4]. Daun kelor memiliki kandungan berbagai senyawa, seperti tanin, flavonoid, alkaloid, steroid, saponin, antrakuinon dan terpenoid, yang merupakan senyawa sekunder dengan berbagai sifat bermanfaat, termasuk kemampuan antibakteri, mendenaturasi protein, menghambat proses pencernaan bakteri, serta memiliki sifat antimikroba dan antivirus [5].

Daun kelor sering digunakan sebagai bahan masakan yang dicampur dengan aneka sayuran lainnya di sebagian wilayah Indonesia. Banyak masyarakat yang belum memanfaatkannya secara optimal dan kurang memiliki nilai ekonomis [6]. Untuk meningkatkan nilai ekonomis dari daun kelor, dapat dibuat produk teh kombucha. Seduhan daun kelor memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi setelah proses fermentasi menjadi kombucha, karena minuman

kombucha cenderung memiliki tingkat aktivitas antioksidan yang lebih tinggi daripada minuman yang belum mengalami fermentasi [4].

Dalam proses pembuatan kombucha larutan gula merupakan elemen yang paling penting, karena memberikan nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroba dalam kultur tersebut. Pada umumnya gula yang digunakan adalah sukrosa. Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang konsentrasi gula dan starter kombucha terhadap mutu teh kombucha, membuktikan bahwa kombinasi gula sebanyak 20% dan starter kombucha sebesar 20% akan memberikan karakteristik terbaik. Kombinasi ini memberikan keseimbangan cita rasa yang optimal serta meningkatkan mutu keseluruhan teh kombucha [7].

Proses fermentasi dalam pembuatan kombucha memiliki peranan yang sangat penting. Fermentasi kombucha dilakukan oleh kultur kombucha yang memproses glukosa menjadi sejumlah asam, vitamin, dan alkohol [8]. Pada penelitian [9] tentang kajian pembuatan teh kombucha dari kulit buah manggis, menunjukkan bahwa lama fermentasi selama 6 hari merupakan perlakuan yang terbaik. Penelitian lain oleh [10] menunjukkan bahwa lama waktu fermentasi berpengaruh signifikan terhadap pengujian organoleptik untuk rasa, aroma, dan warna. Begitu pula dengan konsentrasi gula yang digunakan. Lamanya waktu fermentasi dan tingginya konsentrasi gula yang digunakan, berperan besar dalam menentukan cita rasa kombucha yang dihasilkan.

Selain menjadi sumber makanan bagi mikroba dalam kultur kombucha, gula juga berperan penting untuk meningkatkan rasa produk kombucha. Demikian pula dengan proses lama fermentasi yang dilakukan. Dengan konsentrasi sukrosa dan lama fermentasi, menghasilkan kombucha dengan karakteristik rasa dan aroma yang unik. Kombinasi ini menghasilkan cita rasa khas yang didominasi oleh keasaman yang seimbang dan disertai dengan sensasi karbonasi alami (*sparkling*) yang memberikan efek segar pada minuman.

Dari uraian diatas, penelitian ini menggunakan seduhan daun kelor sebagai substrat kombucha, dengan metode optimasi untuk mengetahui perlakuan optimum terkait kandungan flavonoid kombucha. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberi alternatif penggunaan daun kelor sebagai pengganti daun teh dalam pembuatan minuman probiotik kombucha.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2024 hingga Februari 2025. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengembangan Produk, Laboratorium Analisa Pangan, Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi, serta Laboratorium Uji sensori, Progam Studi Teknologi Pangan Fakultas Sains dan Teknologi, Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada proses penelitian ini yaitu *cabinet dryer*, loyang, timbangan analitik (Ohaus), pH meter (*Trans Instrument*), *colour reader*, erlenmeyer (*Pyrex*), gelas ukur (iwaki), beaker glass (*Pyrex*), *hand-refractometer* (Atago), kaca arloji, spatula besi, labu ukur (pyrex), tabung reaksi, pipet tetes, pipet ukur (*Pyrex*), termometer, spektrofotometer UV-Vis (B-one 100 DA), kuvet, kompor (Rinnai), panci, botol kaca, wadah, *tissue*, saringan 100 mesh, dan karet gelang.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain daun kelor yang didapat dari daerah Mojokerto, Jawa Timur, gula pasir, starter kombucha, air, aquades, AlCl_3 2%, Asam asetat 5%, kuersetin, larutan iodin 0,01 N, KI, larutan amilum 1%, NaOH 0,1 N, indikator phenolftalein (PP), glukosa *p.a*, pereaksi anthrone, H_2SO_4 , methanol, etanol dan buffer pH 6

C. Rancangan Percobaan

Penelitian ini dirancang menggunakan metode CCD yang merupakan bagian dari RSM. Rancangan yang digunakan yaitu pada **Tabel 1** dan **Tabel 2** Rancangan komposit pusat pada proses pembuatan kombucha daun kelor.

Tabel 1. Rancangan Percobaan

	Konsentrai Gula (%)	Lama Fermentasi (jam)
Batas Bawah (-1)	10	96
Titik Tengah (0)	20	144
Batas Atas (1)	30	192

Tabel 2. Rancangan komposit pusat pada proses pembuatan kombucha daun kelor.

Run	Kode Variabel		Variabel Sebenarnya		Respon
	X ₁	X ₂	Konsentrasi Sukrosa (%)	Lama Fermentasi (Jam)	Flavonoid (mgEQ/g)
1	1	1	30	192	
2	0	0	20	144	
3	-1	-1	10	96	
4	0	0	20	144	
5	-1.414	0	5.85786	144	
6	0	0	20	144	
7	0	1.414	20	211.882	
8	-1	1	10	192	
9	1	-1	30	96	
10	1.414	0	34.1421	144	
11	0	0	20	144	
12	0	0	20	144	
13	0	-1.414	20	76.1177	

D. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan dengan dua tahap yakni:

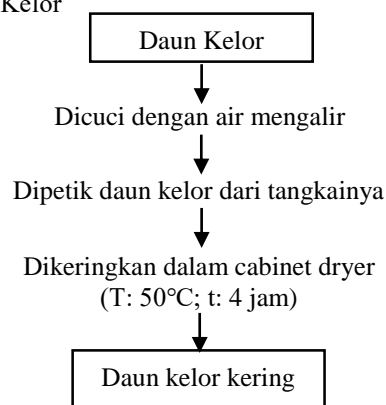
1. Proses pengeringan daun kelor

Daun kelor dicuci dengan air mengalir lalu ditiriskan. Setelah itu di petik daun kelor dari tangkainya dan ditata pada loyang yang sudah dialasi kertas roti. Kemudian daun kelor dikeringkan dalam *cabinet dryer* selama 4 jam dengan suhu 50°C. Daun kelor yang sudah kering disimpan dalam wadah kedap udara [11].

2. Proses optimasi kombucha

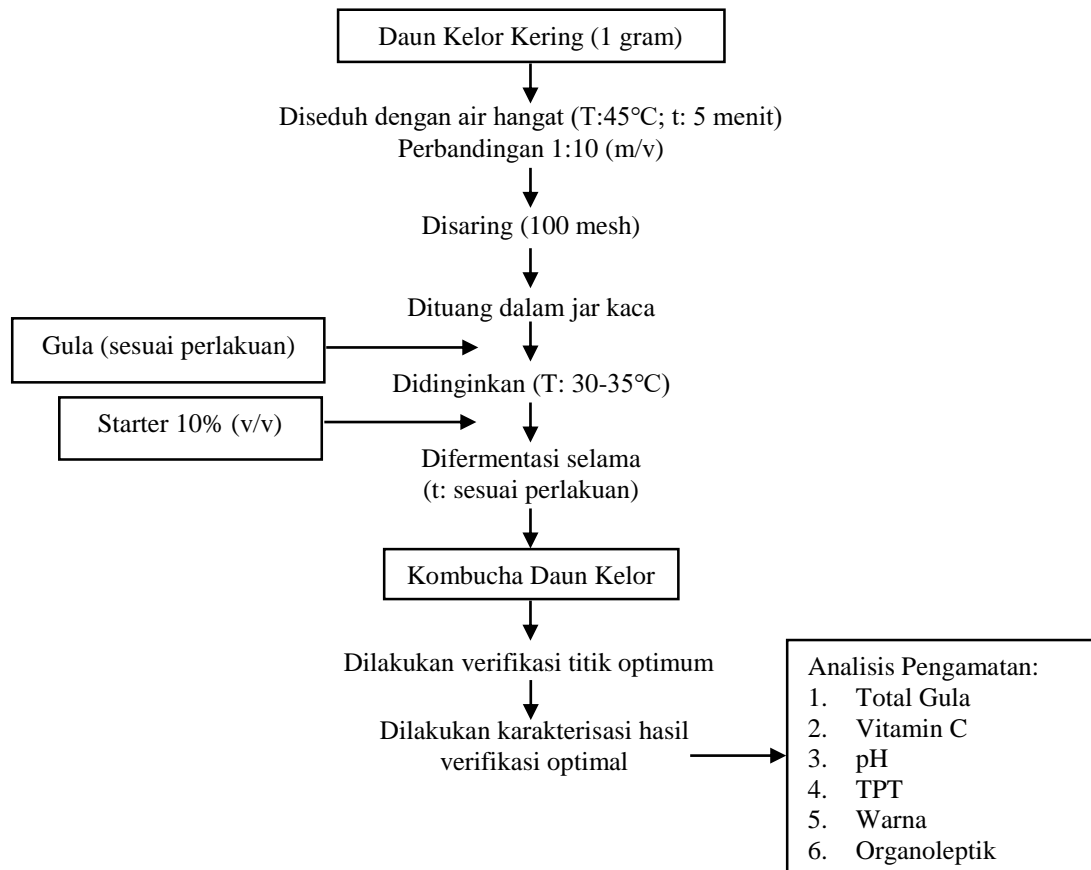
Proses pembuatan kombucha daun kelor mengacu pada [4] yang dimodifikasi. Daun kelor kering sebanyak 1 gram diseduh dengan air hangat 45°C sebanyak 100 ml dan didiamkan selama 5 menit, lalu disaring menggunakan saringan 100 mesh. Kemudian dituang dalam jar kaca yang sudah disterilisasi dan ditambahkan gula pasir sesuai perlakuan. Setelah itu didinginkan sampai suhu 30-35°C dan dimasukkan starter kombucha sebanyak 10% (v/v). Selanjutnya bagian atas jar ditutup *tissue* dan diikat dengan karet gelang, kemudian dilakukan fermentasi sesuai perlakuan. Kombucha yang dihasilkan lalu dianalisis respon total gula dan flavonoid. Selanjutnya dilakukan proses optimasi dengan menginputkan data analisis total gula dan flavonoid ke dalam *software Design Expert 13*. Setelah data diinputkan, *software* akan menganalisis data tersebut dan menentukan karakteristik yang diinginkan. Program akan memberikan prediksi titik optimum berdasarkan karakteristik tersebut. Hasil dari proses optimasi selanjutnya dilakukan proses verifikasi untuk mengetahui perbedaan antara prediksi *software Design Expert 13* dengan hasil analisis. Setelah itu, dilakukan karakterisasi hasil verifikasi melalui pengujian kimia, fisik dan organoleptik. Diagram alir proses pengeringan daun kelor dan optimasi kombucha daun kelor dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **2**.

1. Proses Pengeringan Daun Kelor



Gambar 1. Diagram alir pengeringan daun kelor [11]

2. Proses Optimasi Kombucha Daun Kelor



Gambar 2. Diagram alir pembuatan kombucha daun kelor termodifikasi [4]

E. Pengujian dan Analisis

Dilakukan pengujian respon pada kombucha daun kelor meliputi analisis total flavonoid [12]. Setelah diperoleh nilai respon produk kombucha daun kelor, dilakukan analisis data menggunakan *software Design Expert 13* untuk mendapatkan kondisi optimal.

F. Verifikasi Hasil Optimal

Verifikasi dilakukan dengan menganalisis perbedaan yang muncul antara hasil prediksi yang dihasilkan oleh *software Design Expert 13* sebagai titik optimum. Hasil prediksi dari perangkat lunak diperoleh setelah perangkat lunak melakukan analisis, yang menghasilkan titik optimum. Jika selisihnya kurang dari 5%, hal ini mengindikasikan adanya kesamaan yang signifikan antara keduanya, yang menandakan bahwa model yang digunakan memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

G. Karakterisasi Hasil Verifikasi

Karakterisasi hasil produk kombucha daun kelor optimal yang sudah diverifikasi, meliputi analisis fisik yakni TPT [13] dan warna [14], analisis kimia pH [15], total gula [16], dan Vit.C [17], serta organoleptik warna, rasa, dan aroma [18].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai optimasi kombucha daun kelor telah dilakukan dengan menggunakan dua faktor dan satu respon. Data hasil kombinasi perlakuan yang didapat dari *Response Surface Methodology* dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Data Hasil Respon Total Flavonoid

Run	Variabel Kode		Variabel		Respon
	X ₁	X ₂	Konsentrasi Sukrosa (%)	Lama Fermentasi (Jam)	Total Flavonoid (mgQE/g)
1	1	1	30	192	0.056
2	0	0	20	144	0.049
3	-1	-1	10	96	0.037
4	0	0	20	144	0.049
5	-1.414	0	5.85786	144	0.044
6	0	0	20	144	0.051
7	0	1.414	20	211.882	0.049
8	-1	1	10	192	0.051
9	1	-1	30	96	0.053
10	1.414	0	34.1421	144	0.061
11	0	0	20	144	0.051
12	0	0	20	144	0.051
13	0	-1.414	20	76.1177	0.044

Verifikasi Titik Optimal Respon Total Flavonoid

Verifikasi titik optimum dilakukan dengan membandingkan hasil solusi optimal berdasarkan model yang terpilih dengan nilai aktual saat penelitian. Apabila nilai respon yang dihasilkan berbeda dengan nilai minimum dan maksimum respon maka simpangan dari respon dapat ditentukan. Perbandingan hasil prediksi dan aktual dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 4. Solusi Titik Optimum Pada *Software Design Expert*

	Konsentrasi Gula (%)	Lama Fermentasi (Jam)	Total Flavonoid (mgQE/g)	Desirability	Keterangan
Prediksi	20	144	0.050	0.825	<i>selected</i>
Verifikasi	20	144	0.182	-	-
	Tingkat ketepatan (%)		27.47 %	-	-

Kondisi optimum untuk konsentrasi gula dan lama fermentasi pada kombucha daun kelor yaitu pada konsentrasi gula 20% dan lama fermentasi 144 jam dengan nilai *desirability* sebesar 0,825. Nilai *desirability* berfungsi untuk menentukan derajat kesesuaian hasil optimasi. Semakin mendekati nilai 1 maka nilai *desirability* menunjukkan nilai ketepatan optimasi [19]. Total flavonoid yang didapat pada proses verifikasi sebesar 0,182 mgGE/g.

Berdasarkan hasil uji T berpasangan, analisis uji normalitas data sudah terpenuhi. Total flavonoid menunjukkan bahwa nilai verifikasi berbeda nyata dengan nilai prediksi. Nilai *P-Value* yang dihasilkan sebesar 0,000 (<0,05) maka ada pengaruh signifikan antara nilai verifikasi dan prediksi [20]. Perbedaan total flavonoid uji T berpasangan hasil prediksi dengan verifikasi dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti saat analisis, suhu, dan pH [21].

Karakteristik Kombucha Daun Kelor Pada Kondisi Optimum

Karakteristik kombucha daun kelor dilakukan berdasarkan hasil optimum yang dihasilkan *software Design Expert* terhadap respon total flavonoid. Karakteristik ini meliputi analisis kimia, fisik, dan organoleptik.

Total gula pada kombucha daun kelor didapatkan 0.62%. Sukrosa dalam kombucha tidak hanya digunakan sebagai pemanis, tetapi juga berfungsi sebagai sumber daya untuk membantu bakteri bertahan hidup melalui fermentasi dan respirasi [22].

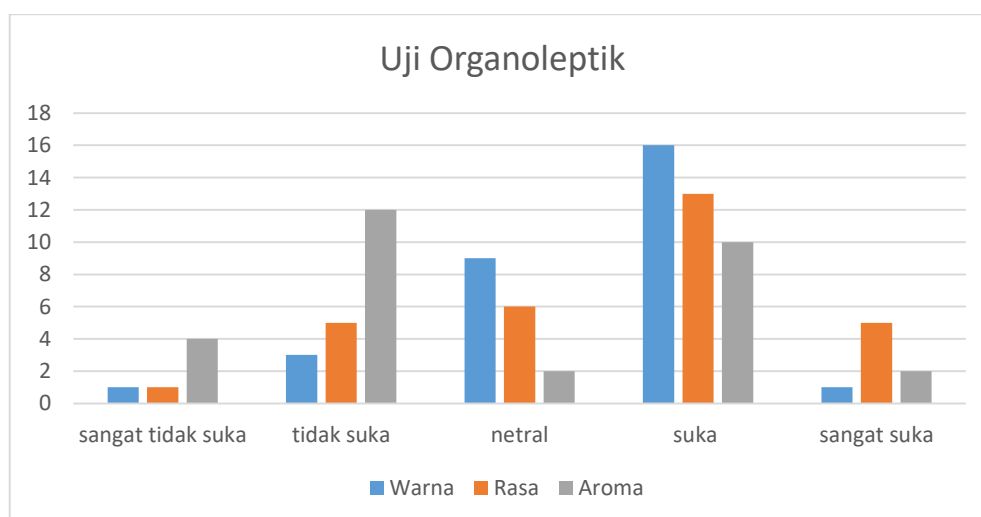
Kombucha daun kelor memiliki kadar vitamin C 0,12%, dan lama fermentasi memengaruhi jumlah vitamin C yang ada di dalamnya. Ini disebabkan selama tahap awal fermentasi, bakteri *Acetobacter xylinum* menghasilkan vitamin C dan mengubah D-glukosa menjadi D-sorbitol, serta menghasilkan enzim yang mengubah D-sorbitol menjadi L-sorbosa. Dengan adanya oksigen, bakteri dapat mengoksidasi gugus alkohol senyawa gula. Selanjutnya, L-Sorbosa difermentasikan menjadi asam askorbat, atau vitamin C, yang ditemukan dalam kombucha semakin lama proses fermentasi berlangsung [23].

Nilai pH yang dihasilkan pada kombucha daun kelor sebesar 4,6. Proses fermentasi mengakibatkan pH kombucha menurun dan nilai asam meningkat karena gula yang ditambahkan mengakibatkan aktivitas mikroorganisme menghasilkan asam organik seiring dengan lama waktu fermentasi [24]. Secara umum nilai pH kombucha yang aman untuk dikonsumsi yaitu tidak boleh <3. Apabila pH <3 maka harus dilakukan pengenceran terlebih dahulu sebelum dikonsumsi. Nilai pH kombucha daun kelor yang dihasilkan masih dalam batas aman untuk dikonsumsi [14].

Total padatan terlarut kombucha daun kelor sebesar 15,4°Brix. Starter SCOBY akan menghidrolisis sukrosa kombucha menjadi glukosa dan fruktosa. Sisa sukrosa yang tidak terhidrolisis dan asam-asam organik yang terbentuk disebut padatan terlarut [25]. Semakin tinggi penambahan gula maka ketersediaan gula di dalam teh akan meningkat walaupun sebagian mengalami perombakan, maka padatan yang terdiri dari karbohidrat juga semakin meningkat, sehingga total padatan terlarut meningkat [14].

Kombucha daun kelor memiliki nilai L (kecerahan) sebesar 41,14, nilai a (warna merah) sebesar 3,38, dan nilai b (warna kuning) sebesar 11,52. Setelah fermentasi, kombucha berwarna coklat pada awalnya. Semakin lama fermentasi, warnanya menjadi lebih terang. Ini disebabkan oleh fakta bahwa mikroba dapat menghancurkan warna dengan menggunakan energi dari solid yang tidak larut sepenuhnya. Akibatnya, pelarut dalam media akan habis dan cairan akan menjadi semakin bening [26].

Organoleptik kombucha daun kelor pada parameter warna disukai oleh 53.33% panelis karena tampilan warna yang cerah. Selama fermentasi terjadi perubahan warna kombucha menjadi semakin cerah [27]. Pada parameter rasa, disukai oleh 43.33% panelis karena rasa yang dihasilkan tidak terlalu asam. Gula yang digunakan masih banyak tersisa karena proses pemecahan dan konversi gula menjadi asam-asam organik dan alkohol belum maksimal [27]. Sedangkan parameter aroma tidak disukai oleh 40% panelis, karena teh kombucha daun kelor memiliki aroma yang kuat dan menyengat. Penambahan konsentrasi gula dalam kombucha berpengaruh terhadap aroma dikarenakan gula diubah bakteri dan khamir menjadi asam organik seperti asam asetat, asam glukonat, asam glukoronat, serta alkohol yang menyebabkan senyawa volatil dapat dirasakan oleh indra penciuman manusia [28].



Gambar 3. Grafik uji organoleptik kombucha daun kelor

IV. SIMPULAN

Kondisi optimum kombucha daun kelor terdapat pada respon total flavonoid 0.182 mgQE/g dengan konsentrasi sukrosa 20% dan lama fermentasi 144 jam. Pada karakterisasi kondisi optimum menghasilkan total gula dengan nilai 0.62%, vitamin C 0.12%, nilai pH 4,6, total padatan terlarut 15,4°Brix, warna nilai L (kecerahan) 41,41, nilai a (merah) 3,38, nilai b (kuning) 11,52. Total flavonoid yang dihasilkan nilai prediksi dan verifikasi terdapat perbedaan yang signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga saya yang selalu mendukung baik dalam moral dan doa, serta kepada Kaprodi Teknologi Pangan yang memberikan masukan, arahan dan dukungan dalam penelitian dan penyusunan laporan, sehingga dapat menyelesaikan dengan baik. Terima kasih juga kepada para dosen Program Studi Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

REFERENSI

- [1] R. U. Budiandari, A. E. Prihatiningrum, R. Azara, and F. N. Aini, "Influence of Sucrose and Scoby Concentration on Physical Characteristics of Pineapple Skin Kombucha," *Acad. Open*, vol. 8, no. 2, pp. 1–11, 2023, doi: 10.21070/acopen.8.2023.6935.
- [2] H. Wijaya, R. Muin, and E. Permata, "Karakteristik Fisik Produk Fermentasi Kombucha dari Berbagai Daun Berflavanoid Tinggi," *J. Tek. Kim.*, vol. 23, no. 4, pp. 255–262, 2017.
- [3] A. N. Azizah, G. Cahya, E. Darma, and F. Darusman, "Formulasi SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) dari Raw Kombucha Berdasarkan Perbandingan Media Pertumbuhan Larutan Gula dan Larutan Teh Gula," *Pros. Farm.*, vol. 6, no. 2, pp. 325–332, 2020.
- [4] A. Widayarsi, "Aktivitas Antioksidan Dan Organoleptik Kombucha Daun Kelor Dengan Lama Fermentasi Dan Konsentrasi Daun Kelor Yang Berbeda," *Skripsi*, 2016.
- [5] S. Rohyani, Evy Aryanti, "Kandungan Fitokimia Beberapa Jenis Tumbuhan Lokal yang Sering Dimanfaatkan Sebagai Bahan Baku Obat di Pulau Lombok," 2022.
- [6] L. sutji Marhaeni, "Daun Kelor (Moringa oleifera) Sebagai Sumber Pangan Fungsional Dan Antioksidan," *Agrisia*, vol. 13, no. 2, pp. 40–53, 2021.
- [7] Marwati, H. Syahrumsyah, and R. Handria, "Pengaruh Konsentrasi Gula dan Starter Terhadap Mutu Teh Kombucha," *J. Teknol. Pertan.*, vol. 8, no. 2, pp. 49–53, 2013.
- [8] Rosita, D. Handito, and M. Amaro, "Pengaruh Konsentrasi Starter SCOBY (Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast) Terhadap Mutu Kimia, Mikrobiologi dan Organoleptik Kombucha Sari Apel," *J. Ilmu dan Teknol. Pangan*, vol. 7, no. 2, pp. 12–22, 2021.
- [9] N. Pratama, U. Pato, and Yusmarini, "Kajian Pembuatan Teh Kombucha Dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.)," *Jom Faperta*, vol. 2, no. 2, pp. 1–12, 2015.
- [10] M. O. W. Napitupulu and L. Lubis, "The Effect of Sugar Consentration and the Fermentation Time of Kombucha Coffee," *J. Rekayasa Pangan dan Pertan.*, vol. 3, no. 3, pp. 316–322, 2015.
- [11] D. U. Desi and R. Azara, "The Effect of Moringa Oliefera (Moringa Oliefera) Leaf Flour Concentration and Duration of Steaming on the Characteristics of Instant Noodles," *J. Trop. Food Agroindustrial Technol.*, vol. 2, no. 01, pp. 1–8, 2021, doi: 10.21070/jtfat.v2i01.1537.
- [12] D. Y. Sari, W. R., and T. AN, "Penentuan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Jamur Susu Harimau (*Lignosus rhinocerus*)," *J. Farm. Udayana*, vol. 10, no. 1, p. 23, 2021, doi: 10.24843/jfu.2021.v10.i01.p03.
- [13] D. R. Ningsih, V. P. Bintoro, and N. Nurwantoro, "Analisis Total Padatan Terlarut, Kadar Alkohol, Nilai pH dan Total Asam pada Kefir Optima dengan Penambahan High Fructose Syrup (HFS)," *J. Teknol. Pangan*, vol. 2, no. 2, pp. 84–89, 2018, doi: 10.14710/jtp.2018.20602.
- [14] N. Nurhayati, S. Yuwanti, and A. Urbahillah, "Karakteristik Fisikokimia Dan Sensori Kombucha Cascara (Kulit Kopi Ranum)," *J. Teknol. dan Ind. Pangan*, vol. 31, no. 1, pp. 38–49, 2020, doi: 10.6066/jtip.2020.31.1.38.
- [15] M. Rahardjo, L. N. Lestario, and R. I. I. Prasojo, "Perbandingan sifat kimia dan sensori terhadap penggunaan madu, gula jagung, dan gula pasir pada fermentasi kombucha," *J. Sains dan Teknol. Pangan*, vol. 9, no. 3, pp. 7368–7380, 2024.
- [16] W. Fitriani, Aprilia; Mahanani, *Analisis Pangan*, no. September. Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan, 2023.
- [17] M. J. N. Kamaluddin, "Pengaruh Perbedaan Jenis Hidrokoloid Terhadap Karakteristik Fruit Leather Pepaya," *Edufortech*, vol. 3, no. 1, 2018, doi: 10.17509/edufortech.v3i1.13542.
- [18] M. P. Setyaningsih, D., Apriyantono, A., & Sari, *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Argo*. Bogor: IPB Press, 2014.
- [19] K. Anwar, F. Istiqamah, and S. Hadi, "Optimasi Suhu dan Waktu Ekstraksi Akar Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* jack .) Menggunakan Metode RSM (response surface methodology) dengan Pelarut Etanol 70 %," *J. Pharmascience*, vol. 08, no. 01, pp. 53–64, 2021.
- [20] N. Fitriana and C. A. N. Afifah, "Pengaruh Media Zoom dan Buku Saku terhadap Pengetahuan dan Sikap Santriwati tentang Gizi Seimbang dan Body Image di Pondok Pesantren Attanwir," *J. Gizi Kesehat.*, vol. 15, no. 1, pp. 160–171, 2023.
- [21] N. Fadilah, "Optimasi Mikroenkapsulasi Ekstrak Biji Kurma (*Phoenix dactylifera* L.) sebagai Sediaan Antioksidan dengan Penambahan Maltodekstrin dan Tween 80," *Pharmacogn. Mag.*, vol. 75, no. 17, pp. 399–405, 2021.
- [22] D. Hanggaeni, D. Puspaningrum, N. Luh, U. Sumadewi, N. Kadek, and Y. Sari, "Kandungan Total Asam , Total Gula dan Nilai pH Kombucha Cascara Kopi Arabika Desa Catur Bangli," *Sintesa*, vol. 4, no. 2012, pp. 149–156, 2021.
- [23] I. Falahuddin and I. Apriani, "Pengaruh Proses Fermentasi Kombucha Daun Sirsak (*Annona muricata* L .)

- Terhadap Kadar Vitamin C,” vol. 3, no. 2, pp. 90–95, 2017.
- [24] E. Nafisah, L. W. Ningrum, R. Utami, and L. Hudi, “Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Aktivitas Antioksidan Kombucha Kunyit (*Curcuma longa* L.) sebagai Minuman Probiotik,” *J. SAGO Gizi dan Kesehatan*, vol. Vol. 5(3), 2024.
- [25] R. U. Budiandari, R. Azara, R. Adawiyah, and A. E. Prihatiningrum, “Studi Karakteristik Kimia Minuman Probiotik Kombucha Sari Kulit Nanas (*Ananas comosus*),” *Teknol. Pangan Media Inf. dan Komun. Ilm. Teknol. Pertan.*, vol. 14, no. 2, pp. 181–188, 2023, doi: 10.35891/tp.v14i2.3890.
- [26] M. Puspitasari, Y. Palupi, R. Nurikasari, “Analisis Kandungan Vitamin C Teh Kombucha Berdasarkan Lama Fermentasi Sebagai Alternatif Minuman Untuk Antioksidan,” vol. 2, no. 3, pp. 245–253, 2017.
- [27] I. D. P. K. P. Leoni Tanamas and N. M. I. H. Arihantana, “Pengaruh Lama Fermentasi Lanjutan Terhadap Karakteristik Kimia dan Sensoris Kombucha Setelah Penambahan Sari Mangga Arumanis (*Mangifera indica* L.),” vol. 14, no. 1, 2025.
- [28] F. F. A. Rosyada, E. Agustina, and H. Faizah, “Pengaruh Konsentrasi Gula Terhadap Karakteristik Fisika, Kimia dan Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha Daun Belimbing Wuluh (*Avverhoa bilimbi* Linn.),” *Rekayasa*, vol. 16, no. 1, pp. 27–34, 2023, doi: 10.21107/rekayasa.v16i1.16977.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.