

Pengaruh Konsentrasi Gula Terhadap Karakteristik Fisika, Kimia dan Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha Daun Belimbing Wuluh (*Avverhoa bilimbi* Linn.)

Fanny Fajrin Aulia Rosada¹, Eva Agustina^{1*}, Hanik Faizah¹

¹Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Jl. Ahmad Yani No 117 Jemur Wonosari Kota Surabaya Jawa Timur

eva_agustina@uinsby.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v16i1.16977>

Abstrak

Salah satu minuman tradisional hasil fermentasi yang dapat memberikan efek kesehatan adalah kombucha. Bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan kombucha salah satunya yaitu daun belimbing wuluh. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi gula terhadap karakteristik fisika, kimia, dan aktivitas antioksidan teh kombucha daun belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi* Linn). Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 3 perlakuan. Kombucha daun belimbing wuluh dibuat dengan konsentrasi gula 10%, 15% dan 20%. Karakteristik fisika yang diuji meliputi uji organoleptik dan karakteristik kimia dengan uji nilai pH, kadar total asam tertitrasi, fenolik dianalisis secara statistik menggunakan uji *Kruskal Wallis* dan uji *Mann Whitney*. Pada data alkohol dan aktivitas antioksidan (IC_{50}) dianalisis secara deskriptif. Hasil uji *Kruskal Wallis* memiliki perbedaan signifikan pada uji pH. Nilai rata-rata hedonik uji organoleptik yang paling banyak disukai dan memiliki karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan terbaik adalah pada konsentrasi gula 10% dengan nilai pH 3, kadar tat 0,11%, kadar fenolik 87,33 mg/ml GAE, kadar alkohol 0,41% dan nilai IC_{50} sebesar 3,65 ppm.

Kata Kunci : Alkohol, pH, total asam tertitrasi, total fenolik

Abstract

One of the fermented traditional drinks that can have a health effect is kombucha. The materials that can be used in making kombucha is wuluh starfruit leaves. The research was conducted to determine the effect of sugar concentration of the physical, chemical characteristic, and antioxidant activities of wuluh starfruit leaf kombucha tea. This research is an experimental study with a complete randomized design method (CRD) consisting of 3 treatments. Kombucha wuluh starfruit leaves are made with a sugar concentration of 10%, 15% and 20%. The physical characteristics tested include organoleptic tests and the chemical characteristics include a test of the pH value, the total levels of titrated acids (tat), phenolics statistically analyzed using the *Kruskal Wallis* test and the *Mann Whitney* test. The alcohol data and antioxidant activity (IC_{50}) were analyzed descriptively. The results of the *Kruskal Wallis* test have a significant difference in the pH. The best result based on the physical, chemical characteristic and antioxidant activity is were kombucha with a sugar concentration of 10% with a pH value of 3, a tat content of 0.11%, a phenolic content of 87.33 mg/ml GAE, an alcohol content of 0.41% and an IC_{50} value of 3.65 ppm.

Keywords : Alcohol, pH, total titrated acids, total phenolics

PENDAHULUAN

Kombucha merupakan salah satu produk minuman probiotik yang diproses secara tradisional dari hasil fermentasi larutan teh hitam dan gula dengan bantuan jamur teh yang dapat meningkatkan kesehatan tubuh karena bertindak sebagai antioksidan, antibakteri dan dapat memperbaiki mikroflora usus (Wistiana & Zubaidah, 2015). Jamur teh pada kombucha

merupakan hasil simbiosis antara mikroba yaitu bakteri dan khamir yang umumnya disebut dengan nama Soby yang merupakan singkatan dari *Symbiotic culture of bacteria and yeast* (Goh et al., 2012). Beberapa mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi kombucha meliputi *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter aceti*, *Brettanomyces* sp., *Pichia* sp., *Saccharomyces*, *Torulaspora*, dan lain-lain (Khamidah & Antarlina, 2020).

Kombucha memiliki rasa asam manis seperti sari apel bersoda. Selama waktu fermentasi rasa kombucha akan mengalami perubahan dari asam menjadi asam seperti cuka. Perubahan gula menjadi beberapa senyawa asam organik dan beberapa senyawa lain seperti asam asetat, asam

Article History:

Received: Sept, 20th, 2022; **Accepted:** March 3rd, 2023

Cite this as:

Rosada, F.F.A., Agustina, E & Faizah, H. (2023). Pengaruh konsentrasi gula terhadap karakteristik fisika, kimia dan aktivitas antioksidan tem kombucha daun belimbing wuluh (*Averroa bilimbi* Linn). *Rekayasa*. Vol 16(3) 27-34.

laktat, asam glukoronat, asam fenolat, etanol, vitamin B dan enzim yang disebabkan oleh adanya bakteri dan khamir menjadi penyebab perubahan rasa yang terjadi pada kombucha (Wistiana & Zubaidah, 2015).

Asam organik pada kombucha merupakan metabolit utama yang dapat bertindak sebagai bahan aktif untuk memberikan efek kesehatan seperti antioksidan (Purnami et al., 2018). Senyawa antioksidan merupakan suatu zat yang berperan dalam mencegah dan meminimalisir terjadinya reaksi radikal bebas dalam oksidasi lipid (Lung & Destiani, 2017). Teh kombucha banyak dikenal sebagai minuman yang memiliki kandungan antioksidan yang cukup tinggi. Sehingga, apabila dikonsumsi dapat memberikan efek kesehatan yang cukup baik bagi aktivitas lambung, usus, kelenjar dan dapat mengatasi masalah penuaan, diabetes, meredakan rematik sendi dan wasir (Goh et al., 2012).

Umumnya teh hitam merupakan jenis teh yang digunakan dalam pembuatan kombucha karena dapat menghasilkan cita rasa yang enak. Hal ini disebabkan karena teh hitam merupakan jenis teh yang menghasilkan aroma yang harum dibandingkan teh jenis lain. Aroma dan rasa pada teh hitam dipengaruhi oleh senyawa kimia yang terkandung didalamnya seperti kafein, tannin dan minyak atsiri (Nasir & Rahmani, 2015). Tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan pembuatan kombucha yaitu daun belimbing wuluh. Penggunaan belimbing wuluh sebagai bahan pembuatan kombucha belum pernah dilaporkan. Padahal daun belimbing wuluh memiliki beberapa senyawa kimia yang terkandung didalamnya seperti tannin, saponin, sulfur, asam format, dan senyawa fenol yaitu flavonoid.

Kandungan flavonoid total pada daun belimbing wuluh kurang lebih yaitu 0,7% (Misfadhila et al., 2020). Selain flavonoid, pada daun belimbing wuluh juga memiliki kandungan tannin yang tinggi yaitu sebesar 10,92% dibandingkan dengan teh hijau yang hanya memiliki kandungan tannin sekitar 1,44% dan daun pada tanaman jeruk purut yaitu 1,8% (Andriani et al., 2019). Sehingga pembuatan kombucha menggunakan teh daun belimbing wuluh diharapkan dapat menghasilkan minuman yang kaya akan antioksidan dan memiliki efek kesehatan untuk tubuh.

Pada proses fermentasi kombucha salah satu faktor yang dapat berpengaruh yaitu konsentrasi gula. Sukrosa dalam kombucha merupakan sumber karbon yang umumnya digunakan dalam fermentasi kombucha. Menurut Arfa Yanti et al (2020) pertumbuhan bakteri dan khamir serta kandungan senyawa kimia seperti asam organik yang terdapat pada kombucha dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi sukrosa yang berbeda-beda. Penelitian kombucha yang telah dilaporkan oleh Hapsari et al (2021) tentang pengaruh variasi konsentrasi sukrosa pada kombucha daun sirsak (*Annona muricata* L.) menunjukkan bahwa dalam pemberian konsentrasi gula 10% pada kombucha daun sirsak menghasilkan derajat keasaman (pH) dan total bakteri asam laktat yang tinggi yaitu 3,30 dan $9,03 \times 10^6$ CFU/ml. Selain itu, penelitian mengenai pengaruh konsentrasi gula pada kombucha dengan menggunakan bahan baku daun belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi* Linn.) untuk mengetahui karakteristik fisika, kimia dan aktivitas antioksidannya belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian mengenai perlakuan variasi konsentrasi gula yang ditambahkan pada pembuatan kombucha daun belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi* Linn.).

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini memakai metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan tiga ulangan yaitu pemberian gula dengan konsentrasi 10% (G1), 15% (G2) dan 20% (G3) dengan waktu fermentasi 12 hari.

Alat dan Bahan

Alat yang dipakai dalam penelitian ini meliputi wadah kaca, karet gelang, kain bersih, pengaduk, sendok, timbangan analitik, kompor, pipet tetes, mikropipet, pipet volume, spektrofotometer, labu ukur, gelas beaker, gelas ukur, kamera, spidol, kertas label, oven, vortex, autoklaf, alumunium foil. Pada Penelitian ini menggunakan beberapa bahan meliputi daun belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi* Linn), teh hitam, starter kultur kombucha, akuades, gula, methanol, Na_2CO_3 , etanol 96%, asam galat, *Folin-ciocalteu*, DPPH, Indikator pp dan NaOH.

Cara Kerja

Tahap sterilisasi alat

Sterilisasi wadah kaca yang telah ditutupi alumunium foil dilakukan menggunakan autoklaf

dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit.

Tahap pembuatan starter kombucha

Air sebanyak 2000 ml direbus hingga mendidih, kemudian ditambahkan gula 200 gram 10% (b/v) dan teh 10 gram 0,5% (b/v). kemudian dilakukan penyaringan dan dituangkan pada wadah kaca yang telah steril. Setelah teh memiliki suhu sama dengan suhu ruang dilakukan penambahan starter kultur kombucha sebanyak 200 ml 10% (b/v) kedalam seduhan teh. wadah ditutup dengan kain bersih kemudian ikat menggunakan karet gelang. Kemudian, Fermentasi starter kombucha dilakukan selama 14 hari.

Tahap pembuatan teh belimbing wuluh

Daun belimbing wuluh yang masih muda dipisahkan dengan rantingnya. Kemudian cuci daun dengan air yang mengalir hingga bersih dan daun dipotong hingga berukuran kecil. Setelah itu, pengeringan dilakukan menggunakan oven dengan suhu 55°C.

Tahap pembuatan kombucha daun belimbing wuluh

Teh daun belimbing sebanyak 36 gram 0,5 % (b/v) diseduh menggunakan air mendidih sebanyak 7200 ml. Setelah itu, dituangkan kedalam wadah masing-masing sebanyak 200 ml dan ditambahkan gula dengan beberapa konsentrasi yaitu 10% (b/v) 20 gram, 15% (b/v) 30 gram dan 20% (b/v) 40 gram. Kemudian ditambahkan starter cair kombucha masing-masing 20 ml lalu wadah kaca ditutup dengan kain bersih dan dilakukan fermentasi selama 12 hari.

Tahap uji analisis teh kombucha daun belimbing wuluh

Uji Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran derajat keasaman (pH) terhadap sampel teh kombucha daun belimbing wuluh yaitu dengan cara mengambil sekitar 50-100 ml larutan kombucha kemudian dimasukkan kedalam beaker gelas. Setelah itu, pH diukur menggunakan pH universal.

Uji kadar total asam tertitrasi

Total asam tertitrasi pada kombucha daun belimbing wuluh diukur dengan menggunakan titrasi asam basa yaitu pengambilan 10 ml sampel kombucha dan penambahan aquades kedalam labu ukur berukuran 100 ml. Setelah itu, 10 ml filtrat diambil dan dimasukkan kedalam erlenmeyer dan diberikan penambahan indikator

pp sebanyak 3 tetes. Lalu, dilakukan titrasi larutan NaOH 0,1 N sampai larutan mengalami perubahan warna menjadi merah muda. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Total Asam (\%)} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times \text{BM} \times 100\%}{V_{\text{sampel}} \times 1000}$$

Keterangan :

V_{NaOH} : volume NaOH untuk titrasi

N_{NaOH} : konsentrasi standar NaOH

V_{sampel} : volume sampel untuk titrasi

BM : Berat molekul asam asetat

Uji kadar fenolik

Pengukuran kadar fenolik pada kombucha menggunakan metode *folin ciocalteu*. Hal pertama yang perlu dilakukan yaitu pembuatan larutan standar asam galat dengan 5 variasi konsentrasi yaitu 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm 40 ppm dan 50 ppm. Kemudian pada masing-masing konsentrasi dilakukan pengambilan larutan sebanyak 1 ml dan dituangkan dalam tabung reaksi. Kemudian diberi 0,5 ml folin ciocalteu. lalu, larutan Na_2CO_3 7 % ditambahkan sebanyak 4 ml. Setelah itu, dihomogenkan menggunakan vortex dan didiamkan selama 8 menit dan dihitung absorbansi dengan panjang gelombang 760 nm.

Pengukuran pada sampel dengan cara mengambil 1 ml sampel kombucha dan dituangkan dalam tabung reaksi diberi 0,5 ml *folin ciocalteu*. Kemudian ditambahkan 4 ml larutan Na_2CO_3 7%. setelah itu dihomogenkan menggunakan vortex dan didiamkan selama 8 menit. Perhitungan absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 760 nm. Kandungan fenolik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan regresi sebagai berikut:

$$\text{TPC} = \frac{c.v.fp}{g}$$

Keterangan :

TPC : kandungan fenolik total (mg/g GAE)

c : konsentrasi (nilai x) (ppm)

v : volume ekstrak (ml)

fp : faktor pengenceran

g : berat sampel (gram)

Uji alkohol

Pengujian kadar alkohol dilakukan dengan cara diambil larutan kombucha daun belimbing wuluh sebanyak 25 ml. Kemudian, dilakukan penetralan larutan menggunakan natrium hidroksida (NaOH) 3 N. dilanjutkan dengan proses destilasi. kemudian hasil penyulingan sebanyak 25 ml dimasukkan kedalam alat piknometer 25 ml yang dilengkapi termometer. Dilakukan penimbangan terhadap piknometer dan termometer sebelum perlakuan. Setelah itu, Piknometer dimasukkan dalam air dingin hingga suhu telah mencapai 28°C. Kemudian piknometer ditimbang kembali. Perhitungan berat jenis dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$BJ = \frac{(\text{Berat piknometer} + \text{destilat}) - \text{berat kosong}}{(\text{berat piknometer} + \text{aquades}) - \text{berat kosong}}$$

Uji aktivitas antioksidan

Pada pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. Pengujian dilakukan dengan menambahkan larutan DPPH (10 mg/L) sebanyak 1,1 ml dan Etanol 2 ml. Kemudian larutan sampel kombucha ditambahkan sebanyak 4 ml dengan variasi konsentrasi 50 ppm, 70 ppm, dan 110 ppm. Kemudian didiamkan selama 30 menit. Setelah itu, dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 516 nm. Perhitungan inhibisi serapan DPPH sebagai berikut :

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{(A_0 - A_s)}{A_0} \times 100$$

Keterangan :

A_0 : Absorbansi kontrol (DPPH + Aquades)

A_s : Absorbansi sampel dan DPPH

Penentuan IC_{50} ditentukan dengan memplotkan presentase inhibisi yang diperoleh kedalam persamaan regresi $y=ax + b$ dimana sampel y adalah nilai % inhibisi dan x merupakan volume.

Uji organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan menggunakan uji kesukaan (hedonik) terhadap aroma, warna dan rasa teh kombucha oleh 15 panelis. Skala hedonik memiliki nilai antara 1-4 dimana 1: tidak suka, 2 : agak suka, 3: suka dan 4 : sangat suka. Pengujian dilakukan dengan menuangkan kombucha daun belimbing wuluh sebanyak 3 sampel pada wadah yang telah diberi kode untuk menandai identitas teh kombucha tersebut sesuai konsentrasi gula.

Analisis data

Data penelitian meliputi pH, Kadar Tat (Total asam tertitiasi), kadar fenolik dan penilaian organoleptik dilakukan uji statistik non parametrik *kruskal wallis* dengan nilai Asymp. sig < 0,05. Apabila pada pengujian tersebut terdapat perbedaan maka dapat dilanjutkan dengan uji *Mann whitney* untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. kadar alkohol dan aktivitas antioksidan merupakan data kualitatif sehingga dianalisis secara deskriptif.

HASIL PEMBAHASAN

Karakteristik Fisika

Uji Organoleptik

Uji karakteristik fisika pada kombucha daun belimbing pada beberapa variasi penambahan konsentrasi gula diketahui dengan melakukan uji hedonik (kesukaan) meliputi aroma, warna dan rasa pada 15 orang panelis. Hasil pengujian organoleptik pada kombucha daun belimbing wuluh disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji organoleptik kombucha

Sampel	Uji Organoleptik ± Standar deviasi		
	Aroma	Warna	Rasa
G1	2,27±1,100	2,60±0,986	3,13±0,990
G2	2,33±0,900	2,67±0,976	3,00±1.00
G3	2,27±0,884	2,67±0,976	2,93±0,884

Keterangan : G1 (konsentrasi gula 10%), G2 (konsentrasi gula 15%) dan G3 (konsentrasi gula 20%)

Hasil statistik uji *Kruskall Wallis* pada nilai rata-rata hedonik kombucha daun belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi* Linn) yang telah dilakukan diketahui bahwa tidak terdapat adanya perbedaan yang signifikan terhadap hasil uji organoleptik. Walaupun tidak berbeda secara signifikan dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai pada nilai hedonik uji organoleptik kombucha.

Hasil uji aroma pada Tabel 1 diketahui bahwa penambahan konsentrasi gula yang semakin banyak pada kombucha akan menimbulkan nilai hedonik aroma meningkat. Namun, penambahan konsentrasi gula yang terlalu tinggi menyebabkan nilai hedonik aroma mengalami penurunan. Teh kombucha daun belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi* Linn) memiliki aroma kuat dan menyengat. Menurut Mahadi et al (2016) penambahan konsentrasi gula dalam kombucha berpengaruh terhadap aroma dikarenakan khamir dan bakteri akan mengubah gula menjadi beberapa senyawa asam organik seperti asam asetat, asam glukonat,

Sampel	pH± SD	Kadar Tat (%) ±SD	Kadar Fenolik (mg/ml GAE) ±SD	Alkohol (%)
G1	3a	0,11±0,07	87,33±1,140	0,41
G2	2b	0,12±0,0038	85,2±6,593	0,43
G3	3a	0,038±0,014	82,27±1,311	0,46

asam glukoronat, serta alkohol yang menyebabkan terbentuknya senyawa volatil sehingga dapat dirasakan oleh indra penciuman manusia.

Hasil uji hedonik warna pada Tabel 1 pada kombucha daun belimbing wuluh memiliki rata-rata nilai hedonik dengan skor yang hampir sama. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa konsentrasi gula yang ditambahkan pada kombucha tidak berpengaruh terhadap nilai hedonik warna. Warna kombucha daun belimbing pada mengalami perubahan dari warna kuning kecoklatan menjadi kuning cerah dan jernih. Perubahan warna yang terjadi disebabkan mikroba memiliki kemampuan melakukan degradasi warna. *Total Soluble Solid* (TSS) akan dimanfaatkan mikroba dalam kombucha sehingga terjadi degradasi warna dan membuat pelarut dalam media akan habis secara bertahap sehingga cairan menjadi bening tak berwarna (Puspitasari et al., 2017).

Pada makanan dan minuman memiliki beberapa senyawa yang dapat mempengaruhi indra perasa yaitu lidah (Indarto et al., 2020). Hasil uji rasa pada Tabel 1 diketahui bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi gula pada kombucha maka nilai hedonik rasa akan mengalami penurunan. Kombucha daun belimbing wuluh yang paling banyak disukai yaitu pada sampel G1 (konsentrasi gula 10%) dengan nilai hedonik sebesar 3,13. Sampel G1 memiliki karakteristik rasa yang seimbang antara rasa asam, manis dan alkohol. Penurunan nilai hedonik rasa disebabkan karena penambahan konsentrasi gula yang semakin tinggi membuat adanya peningkatan kadar total asam pada kombucha sehingga rasa asam semakin mengalami peningkatan (Siregar et al., 2019).

Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia yang diuji pada kombucha daun belimbing wuluh meliputi pH, kadar total asam tertitrasi (Tat), kadar fenolik dan alkohol untuk mengetahui pengaruh konsentrasi gula terhadap karakteristik kimianya. Hasil uji secara statistik menggunakan uji *kruskal wallis* diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai pH. Namun pada kadar total asam tertitrasi

(tat) dan fenolik tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada teh kombucha daun belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi* Linn).

Tabel 2. Hasil uji karakteristik kimia kombucha daun belimbing wuluh

Keterangan : G1 (konsentrasi gula 10%), G2 (konsentrasi gula 15%) dan G3 (konsentrasi gula 20%)

*Perbedaan yang signifikan pada uji *Mann-Whitney* ditunjukkan dengan notasi yang memiliki huruf berbeda

Pada uji alkohol dilakukan dengan analisis kualitatif diketahui bahwa terdapat kenaikan kadar alkohol pada pemberian konsentrasi gula yang berbeda (Tabel 2).

Hasil uji pada pH yang ditunjukkan pada Tabel 2 diketahui bahwa penambahan konsentrasi gula kombucha daun belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi* Linn.) akan mengalami penurunan. Namun, pada konsentrasi gula yang terlalu tinggi membuat pH mengalami penurunan yang cukup lambat. Penurunan pH pada kombucha daun belimbing wuluh pada konsentrasi gula 10% dan 15% sebanding dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Napitupulu et al (2015) pada kopi kombucha diketahui mengalami penurunan pH dari 3,41 pada konsentrasi gula 2% menjadi 2,76 % pada konsentrasi gula 8%. Penurunan pH yang lambat pada kombucha daun belimbing wuluh dengan konsentrasi gula 20% diduga disebabkan akibat konsentrasi gula yang terlalu tinggi akan membuat larutan teh menjadi terlalu pekat sehingga terjadi penurunan produksi selulosa bakteri dan terhambatnya produksi sejumlah asam organik (Goh et al., 2012).

Pengaruh penduga keasaman terhadap rasa dan aroma selain menggunakan pH dapat dilakukan dengan uji tat. Tat merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengukur total asam terdisosiasi maupun tidak terdisosiasi. Sedangkan pH hanya dapat melakukan pengukuran total asam dalam kondisi terdisosiasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengukuran Tat lebih baik dibandingkan pH (Angelia, 2017). Pada uji tat yang telah dilakukan walaupun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, namun berdasarkan hasil pengujian tat yang telah dilakukan dan dapat dilihat pada Tabel 2 diketahui bahwa konsentrasi gula yang semakin tinggi pada kombucha daun belimbing wuluh yaitu 10% dan 15% akan mengalami kenaikan kadar tat. Hal ini sebanding dengan penelitian Napitupulu et al (2015) pada kombucha kopi diketahui kadar tat

mengalami kenaikan dari 0,32% pada konsentrasi gula 2% menjadi 0,59% pada konsentrasi gula 8%. Namun, penambahan konsentrasi gula yang terlalu tinggi dapat menyebabkan sel bakteri mengalami kerusakan sehingga tidak dapat melakukan metabolisme yang dapat menghasilkan metabolit berupa senyawa asam organik.

Kadar fenolik dalam penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran menggunakan metode *folin ciocalteu* yaitu membuat larutan standar menggunakan asam galat. Penggunaan Asam galat sebagai standar dalam metode folin ciocalteu dikarenakan asam galat merupakan salah satu jenis antioksidan alami yang lebih stabil dibandingkan senyawa lainnya (Rahayu & Inanda, 2015). Pada uji kadar fenolik meskipun juga tidak terdapat perbedaan yang signifikan, namun berdasarkan hasil uji fenolik pada Tabel 2 diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi gula mengalami penurunan kadar fenolik. Menurut Hunandar (2017) senyawa fenolik yang mengalami penurunan diduga akibat beberapa senyawa yang termasuk senyawa fenolik mengalami degradasi. Salah satunya yaitu senyawa katekin yang terdapat dalam seduhan teh pada awal proses fermentasi kombucha berlangsung.

Fermentasi yang terjadi pada kombucha mengakibatkan terjadinya perubahan kimiawi yang dilakukan oleh mikroorganisme dalam substrat sehingga terjadi perubahan sukrosa menjadi alkohol yang melibatkan kerja suatu enzim (Herwin et al., 2013). Berdasarkan hasil pengujian alkohol pada Tabel 2 diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi gula yang diberikan pada kombucha daun belimbing wuluh membuat kadar alkohol mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan konsentrasi gula berpengaruh terhadap produksi konsumsi khamir terhadap gula dimana rendahnya konsentrasi gula dalam pembuatan alkohol menyebabkan khamir tumbuh dalam waktu singkat, sehingga menyebabkan kurang optimalnya proses fermentasi yang terjadi dan proses fermentasi akan selesai dalam waktu yang lebih singkat. Adanya kandungan alkohol pada teh kombucha disebabkan akibat peran *Saccharomyces cerevisiae* dalam mengubah sukrosa menjadi alkohol dengan bantuan beberapa enzim yaitu enzim internase dan enzimase sehingga dapat mengonversi sukrosa dengan baik (Verawati, 2019).

Aktivitas Antioksidan

Senyawa yang dapat menangkal radikal bebas merupakan pengertian dari antioksidan. Pengujian aktivitas antioksidan pada penelitian ini dilakukan dengan menentukan nilai IC_{50} . Nilai IC_{50} didefinisikan sebagai konsentrasi ekstrak minimal yang dibutuhkan untuk meredam 50% total DPPH untuk mengetahui efek penghambatan ekstrak terhadap radikal bebas. Pada uji aktivitas antioksidan kombucha daun belimbing wuluh dianalisis secara deskriptif berikut merupakan hasil uji aktivitas antioksidan disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan uji aktivitas antioksidan yang telah dilakukan diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi gula akan membuat tingginya nilai IC_{50} yang mengindikasikan turunnya aktivitas antioksidan.

Tabel 3 Hasil nilai IC_{50}

Sampel	IC_{50} (ppm)
G1	3,65
G2	3,80
G3	3,91

Keterangan : G1 (konsentrasi gula 10%), G2 (konsentrasi gula 15%) dan G3 (konsentrasi gula 20%)

Pada Tabel 3 juga diketahui bahwa semua sampel kombucha daun termasuk kedalam antioksidan kuat dikarenakan memiliki nilai $IC_{50} < 50$. Menurut Hunandar (2017) penurunan aktivitas antioksidan disebabkan karena terjadi pembentukan senyawa fenol baru pada saat fermentasi berlangsung. Hal ini disebabkan penambahan gula yang semakin tinggi akan mempercepat pertumbuhan mikroba sehingga mempercepat proses fermentasi yang juga menghasilkan beberapa enzim yang dapat mengkatalisis proses biodegradasi senyawa fenol. Pertumbuhan mikroorganisme yang semakin cepat juga menimbulkan persediaan nutrisi semakin berkurang sehingga aktivitas mikroorganisme tidak dapat menghasilkan senyawa fenolik kembali. Selama proses fermentasi berlangsung juga akan menyebabkan pelepasan senyawa katekin dari mikroorganisme pada kombucha yang sensitif terhadap larutan dengan suasana asam sehingga hal ini juga dapat mempengaruhi penurunan aktivitas antioksidan pada kombucha.

KESIMPULAN DAN SARAN

Konsentrasi gula berpengaruh terhadap karakteristik fisika, kimia dan aktivitas antioksidan teh kombucha daun belimbing wuluh. Teh

kombucha daun belimbing wuluh memiliki karakteristik fisika, kimia dan aktivitas antioksidan yang terbaik yaitu pada konsentrasi gula 10% dengan nilai hedonik pada aroma sebesar 2,27, warna sebesar 2,60, rasa sebesar 3,13, pH 3, kadar tat 0,11%, kadar fenolik 87,33 mg/ml GAE, kadar alkohol 0,41% dan nilai IC₅₀ sebesar 3,65 ppm.

Penelitian lebih lanjut diperlukan mengenai aktivitas antibakteri pada kombucha daun belimbing wuluh (*Avverhoa bilimbi* Linn.) dalam menghambat bakteri yang dapat menyebabkan timbulnya infeksi seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* serta juga dapat dilakukan penelitian mengenai pengaruh faktor lain yang dapat mempengaruhi proses fermentasi kombucha.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, M., Gde Mayun Permana, I. D., & Rai Widarta, I. W. (2019). Pengaruh Suhu Dan Waktu Ekstraksi Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) Terhadap Aktivitas Antioksidan Dengan Metode Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) Method. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 8(3), 330–340. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/itepa/article/view/53466>
- Angelia, I. O. (2017). Kandungan pH, Total Asam Titrasi, Padatan Terlarut Dan Vitamin C Pada Beberapa Komoditas Hortikultura (pH Content, Total Acidified Acid, Dissolved Solids and Vitamin C in Some Horticultural Commodities). *Journal of Agritech*, 1(2), 68–74. <https://doi.org/10.30869/JASC.V1I2.133>
- Arfa Yanti, N., Ambardini, S., Ode Leni Marlina, W., & Dwi Cahyanti, K. (2020). Aktivitas Antibakteri Kombucha Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Dengan Konsentrasi Gula Berbeda. *Berkala Saintek*, 8(2), 35–40. <https://doi.org/10.19184/bst.v8i2.15968>
- Goh, W. N., Rosma A., Kaur, B., Fazilah, A., Karim, A. A., & Bhat, R. (2012). Fermentation of black tea broth (Kombucha): I. Effects of sucrose concentration and fermentation time on the yield of microbial cellulose. *International Food Research Journal*, 19(1), 109–117.
- Hapsari, M., Rizkiprilisa, W., & Sari, A. (2021). Pengaruh lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan minuman fermentasi kombucha lengkuas merah (*Alpinia purpurata*). *Agromix*, 12(2), 84–87. <https://doi.org/10.35891/agx.v12i2.2647>
- Herwin, H., Kosman, R., & Siami, I. (2013). Produksi Sediaan Kombucha Dari Daun Permot (*Passiflora foetida* L) Secara Fermentasi. *Jurnal Ilmiah As-Syifaa*, 5(1), 20–27. <https://doi.org/10.33096/jifa.v5i1.65>
- Hunandar, V. S. (2017). Penetapan daya antioksidan dan kadar total fenol kombucha dibandingkan teh hijau secara spektrofotometri. *CALIPTRA: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya (Maret)*, 5(2), 435–445. <https://doi.org/http://digilib.ubaya.ac.id/pustak.a.php/241828>
- Indarto, Astuti, S. D., Rudini, M., & Pambudi, W. (2020). Increasing Antioxidant Activity and Organoleptic Properties of Soursop Leaf Tea (*Annona muricata* Linn.) by Adding Cinnamon Powder (*Cinnamomum burmanni*). *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 11(2), 101–110. <https://doi.org/10.24042/b>
- Khamidah, A., & Antarlina, S. S. (2020). Peluang Minuman Kombucha Sebagai Pangan Fungsional. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 14(2), 184–200. <https://doi.org/10.31328/ja.v14i2.1753>
- Lung, J. K. S., & Destiani, D. P. (2017). REVIEW ARTIKEL Uji Aktivitas Antioksidan Vitamin A, C, E dengan metode DPPH. *Farmaka Suplemen*, 15(1), 53–62.
- Mahadi, I., Sayuti, I., & Habibah, I. (2016). Pengaruh Variasi Jenis Pengolahan Teh (*Camellia sinensis* L Kuntze) Dan Konsentrasi Gula Terhadap Fermentasi Kombucha Sebagai Rancangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Biologi SMA. *Jurnal Biogenesis*, 13(1), 93–102. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31258/biogenesis.13.2.93-102>
- Misfadhila, S., Chandra, B., & Wahyuni, Y. (2020). Pengaruh Fraksi Air, Etil Asetat Dan N-Heksan Dari Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) Terhadap Kelarutan Kalsium Batu Ginjal Secara In Vitro. *Jurnal Farmasi Higea*, 12(2), 115–123. <https://doi.org/10.52689/higea.v12i2.282>
- Napitupulu, M. O. W., Setyohadi, & Lubis, L. M. (2015). Pengaruh Variasi Konsentrasi Gula Sukrosa dan Lama Fermentasi Terhadap Pembuatan Kopi Kombucha. *Jurnal Rekayasa*

- Pangan Dan Pertanian*, 3(3), 316–322.
[https://jurnal.usu.ac.id/index.php/jrpp/article/viewFile/Marni Napitupulu/pdf](https://jurnal.usu.ac.id/index.php/jrpp/article/viewFile/Marni%20Napitupulu/pdf)
- Nasir, M., & Rahmani, S. (2015). Uji Organoleptik Teh Kombucha Dari Berbagai Jenis Teh dan Waktu Fermentasi Yang Berbeda. *Oryza Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(1), 6–14.
- Purnami, K. I., Anom Jambe, A. A. G. N., & Wayan Wisaniyasa, N. (2018). Pengaruh Jenis Teh Terhadap Karakteristik Teh Kombucha. *Jurnal ITEPA*, 7(2), 1–10.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i02.p01>
- Puspitasari, Y., Palupi, R., & Maulina, N. (2017). Analisis Kandungan Vitamin C Teh Kombucha Berdasarkan Lama Fermentasi Sebagai Alternatif Minuman Untuk Antioksidan. *Global Health Science*, 2(3), 245–253.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33846/ghs.v2i3.137>
- Rahayu, M. P., & Inanda, L. V. (2015). Penetapan Kadar Fenol Total Ekstrak Etil Asetat dan Fraksi Dichloromethan-Etil Asetat Kulit Batang Mundu (*Garcinia dulcis*. Kurz). *Biomedika*, 8(2), 37–44.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31001/biome>
- dika.v8i2.204
- Siregar, I. R., Lubis, L. M., & Nainggolan, R. J. (2019). Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Asetat Dan Konsentrasi Larutan Gula Terhadap Mutu Pikel Buah Malaka (*Phyllanthus emblica* Linn) (The Effect of Acetic Acid and Sugar Solution Addition on the Quality of Malaka. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*, 7(2), 79–88.
[https://jurnal.usu.ac.id/index.php/jrpp/article/view/Ira Rosalina Siregar/pdf](https://jurnal.usu.ac.id/index.php/jrpp/article/view/Ira%20Rosalina%20Siregar/pdf)
- Verawati, C. S. W. (2019). *Pengaruh Variasi Jenis Gula Terhadap Kadar Alkohol, Total Asam Tertitrasi (TAT), dan Uji Organoleptik Hasil Fermentasi Kombucha Teh Daun Sukun (Artocarpus alitilis)*. Universitas Sanata Dharma.
- Wistiana, D., & Zubaidah, E. (2015). Karakteristik Kimiawi Dan Mikrobiologis Kombucha Dari Berbagai Daun Tinggi Fenol Selama Fermentasi. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(4), 1446–1457.
<https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/268>