

Karakteristik kimia dan potensi antioksidan dari kombucha berbahan kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br)

*Chemical Characteristics and Antioxidant Potential of Kombucha Faloak Stem Bark (*Sterculia quadrifida* R.Br)*

Paulus Risan F. Lalong^{1,2)}, Elok Zubaidah¹⁾, Erryana Martati¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur

²⁾ Program Studi Biologi, Universitas Katolik Widya Mandira, Kupang, Nusa Tenggara Timur
email: risanlalong@gmail.com

Informasi artikel:

Dikirim: 14/01/2022; disetujui: 15/03/2022; diterbitkan: 31/03/2022

ABSTRACT

*Faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br) stem bark tea is consumed as herbal drink by some people on Timor Island, East Nusa Tenggara. The potential and bioactive content of faloak stem bark can be increased by fermenting it into kombucha, considering that there has been no use of stem bark, especially faloak stem bark, as the main substrate in kombucha fermentation. This study aims to examine the effects of various concentrations of faloak stem bark tea (0,8, 1,2, 1,6, 2% (w/v)) on the chemical characteristics (pH, total acid, total phenol, total sugar) and the antioxidant potential of faloak stem bark kombucha during the fermentation process on Day 0 and Day 14. During 14 days of fermentation, it was found that the concentration of faloak stem bark tea, with the best concentration of 1.6% (w/v), had a significant effect on changes in chemical characteristics and antioxidant activity, namely pH 2.6, total acid 0.62%, total sugar 7.15% total phenol 467.92 mg/L GAE, total flavonoid 4135.14 mg/L QE, and antioxidant activity of 82.21%. Therefore, faloak stem bark tea has the potential to be used as a substrate in the making of kombucha with tea concentration of 1.6% (w/v) fermented for 14 days.*

Keywords: faloak; kombucha tea; chemical characteristics; antioxidant

ABSTRAK

Seduhan teh kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br) dijadikan sebagai minuman herbal oleh sebagian masyarakat Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur. Potensi dan kandungan bioaktifnya dapat ditingkatkan dengan cara difermentasi menjadikannya sebagai kombucha, mengingat belum ada penggunaan kulit kayu, khususnya kulit batang faloak sebagai substrat utama dalam fermentasi kombucha. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh konsentrasi teh kulit batang faloak (0,8, 1,2, 1,6, 2% (b/v)) terhadap karakteristik kimia (pH, total asam, total fenol, total gula) dan potensi antioksidan kombucha kulit batang faloak selama proses fermentasi pada hari ke-0 dan 14. Selama 14 hari fermentasi menunjukkan konsentrasi teh kulit batang faloak berpengaruh signifikan terhadap perubahan karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan dengan konsentrasi terbaik 1,6% (b/v) meliputi pH 2,6, total asam 0,62%, total gula 7,15% total fenol 467,92 mg/L GAE, total flavonoid 4135,14 mg/L QE dan aktivitas antioksidan sebesar 82,21%. Teh KBF berpotensi dijadikan sebagai substrat dalam pembuatan kombucha dengan penggunaan konsentrasi teh 1,6% (b/v) yang difermentasi selama 14 hari.

Kata kunci: faloak; teh kombucha; karakteristik kimia, antioksidan

PENDAHULUAN

Pangan fermentasi menjadi semakin populer dalam kalangan pangan fungsional saat ini dikarenakan khasiatnya yang baik bagi kesehatan (Jakubczyk *et al.*, 2020). Proses pengolahannya yang mudah, disertai rasanya yang unik menjadikan pangan fermentasi berpotensi untuk dikembangkan, salah satu diantaranya adalah minuman teh fermentasi atau dikenal sebagai Kombucha. Kombucha merupakan minuman teh tradisional yang dikonsumsi dengan cara difermentasi terlebih dahulu selama 7-14 hari dengan bantuan mikroorganisme seperti bakteri asam asetat dan yeast (D. Bhattacharya *et al.*, 2016).

Kombucha dilaporkan memiliki banyak khasiat diantaranya sebagai antikanker, antimikroba (Jayabalan *et al.*, 2011), antidiabetes (Aloulou *et al.*, 2012; Zubaidah *et al.*, 2019) juga sebagai antihiperkolesterol (Yang *et al.*, 2009) dan peningkatan respon imun (Ram *et al.*, 2000; Zubaidah *et al.*, 2020). Khasiat dari minuman kombucha ini, dikaitkan dengan adanya aktivitas antioksidan disertai peningkatan produksi senyawa-senyawa polifenol selama fermentasi serta produksi asam asetat dalam produk fermentasi yang dihasilkan (Lobo *et al.*, 2017; Yaghmaei *et al.*, 2012).

Pada umumnya kombucha sering dikaitkan sebatas pada penggunaan substrat teh hitam ataupun teh hijau, namun saat ini penggunaan substrat lain telah banyak diteliti untuk memperkaya flavor dan variasi efek menguntungkan dari minuman kombucha. Alternatif substrat yang telah diteliti diantaranya buah salak (Zubaidah *et al.*, 2018), sawi afrika (Rahmani *et al.*, 2019), jus anggur (Ayed *et al.*, 2017), air kelapa (Watawana *et al.*, 2016), bawang putih (Pure *et al.*, 2017), kacang kedelai (Tu *et al.*, 2019), daun kopi (Fibrianto *et al.*, 2020) dan daun ek (Vázquez-Cabral *et al.*, 2017). Dalam penelitian ini penggunaan substrat kombucha difokuskan pada teh kulit batang tanaman faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br.).

Faloak merupakan tumbuhan herbal tradisional yang telah digunakan oleh ma-

syarakat Nusa Tenggara Timur dalam mengobati berbagai penyakit secara turun-temurun, khususnya pada bagian kulit batang dari tumbuhan ini yang kemudian diolah dengan cara direbus atau diseduh (Siswadi *et al.*, 2015). Siswadi *et al.* (2013) melaporkan adanya senyawa flavonoid, fenol, alkaloid, dan terpenoid dalam kulit batang faloak (KBF), sehingga berpotensi sebagai antivirus (Dean *et al.*, 2019), imunomodulator (Hertiani *et al.*, 2017; Winanta dan Hertiani, 2019) dan antikanker (Rollando *et al.*, 2018).

Dalam meningkatkan khasiat pengobatan serta meningkatkan daya tarik konsumen dalam menghadirkan flavor yang unik dari proses fermentasi kombucha, maka seduhan KBF akan dijadikan sebagai substrat dalam kombucha. Saat ini belum ada penelitian terkait pemanfaatan kulit batang tanaman yang dijadikan substrat fermentasi kombucha khususnya KBF. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi teh kulit batang faloak terhadap karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan dari kombucha teh kulit batang faloak.

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa kulit batang faloak (KBF) yang diambil dari Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur, Kultur SCOBY diperoleh dari Indokombucha Bandung Jawa Barat, air mineral, gula pasir (gulaku), teh hitam (Tong Tji), akuades steril, asam oksalat, asam galat, anthrone 0,1%, AlCl₃ 10%, Folin-Ciocalteu (Merck Jerman) dan DPPH (2,2 diphenyl-1 picrylhydrazyl) (Sigma-Aldrich USA).

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian berupa hammer mill (Ikeda), kompor, oven, toples kaca, pH meter, spektrofotometer UV-Vis (Labomed Inc. USA).

Tahapan penelitian

1. Pembuatan serbuk teh celup KBF

Pembuatan serbuk KBF berdasarkan metode Rollando *et al.* (2020) dengan sedikit modifikasi. KBF yang telah diambil dari pohon dicuci dan dikering-anginkan pada suhu ruang (25°C). KBF yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan *hammer mill* untuk mendapatkan serbuk KBF. Serbuk kemudian diuji kadar air hingga mendapatkan bubuk teh KBF dengan kadar air <10% (AOAC, 1995). Masing-masing 2 g serbuk KBF dimasukkan pada tiap tea bag untuk dijadikan teh celup.

2. Pembuatan kombucha KBF

Pembuatan teh kombucha mengikuti metode Sreeramulu *et al.* (2000) yang dimodifikasi. Diawali dengan merebus air sebanyak 500 mL dengan api sedang hingga mendidih (95°C), kemudian ditambahkan gula 10% (b/v) sambil diaduk hingga homogen, setelah itu 4 g (0,8% (b/v)) teh celup KBF dimasukkan dan direbus selama 10 menit. Hasil rebusan kemudian dimasukkan kedalam toples kaca steril, lalu ditutup rapat dan dibiarkan dingin hingga 25°C. Starter cair kombucha sebanyak 10% (v/v) ditambahkan kemudian toples ditutup dengan kain steril. Prosedur ini dilakukan pada setiap konsentrasi teh celup KBF 1,2%, 1,6%, 2% (b/v)). Tahapan ini diulang sebanyak 3 kali. Selanjutnya toples kaca didiamkan (inkubasi) dalam suhu ruang (25°C) hingga 14 hari.

3. Analisis pH

Analisis pH dilakukan berdasarkan AOAC (1995), dengan mengukur 30 mL sampel kombucha menggunakan pH meter (trans instrument) yang telah dikalibrasi menggunakan buffer pH 4 dan 7.

4. Analisis total asam

Analisis total asam menggunakan metode titrasi asam-basa yang diukur menggunakan spektrofotometer (AOAC, 1995). Tahapan analisis sebagai berikut, sampel kombucha 10 mL dan akuades steril ditambahkan dalam labu ukur hingga mencapai 100 mL, selanjutnya larutan disaring. 20 mL sampel yang telah disaring ditambahkan indikator pp 1% untuk kemudian dititrasi

menggunakan NaOH 0,1 N (Merck, Jerman) yang telah distandarisasi terlebih dahulu. Proses titrasi dihentikan apabila terjadi perubahan warna, kemudian dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Total Asam (\%)} = \frac{\text{mL NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BE asam asetat} \times \text{FP} \times 100\%}{\text{mL sampel} \times 1000}$$

5. Analisis total gula

Analisis total gula menggunakan metode anthrone modifikasi Islam *et al.* (2013). Kedua larutan pereaksi dibuat terlebih dahulu dengan melarutkan anthrone 0,1% dalam H₂SO₄ (Sigma Aldrich) pekat. Pereaksi glukosa standar dibuat dengan melarutkan glukosa anhidrat (Merck, Jerman) 10 mg dengan pelarut akuades hingga mencapai 100 mL. Pengukuran kurva standar menggunakan larutan glukosa standar dan absorbansi diukur pada panjang gelombang 630 nm. Tahap persiapan sampel dilakukan dengan menambahkan sampel sebanyak 5 mL dan akuades kedalam labu takar berukuran 100 mL. Sampel dituang dalam erlenmeyer 250 mL dan CaCO₃ (Merck, Jerman) ditambahkan sebanyak 1 g. 30 menit larutan dipanaskan menggunakan suhu 100°C, kemudian dinginkan untuk disaring.

Penentuan total gula dilakukan dengan cara menambahkan anthrone dalam H₂SO₄ dan filtrat sampel 1 mL, kemudian dipanaskan dan kembali didinginkan untuk dianalisa menggunakan spektrofotometer (panjang gelombang 630 nm). Total gula dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Total Gula (\%)} = \frac{\text{hasil pembacaan} \times \text{pengenceran}}{\text{mL sampel}} \times 100\%$$

6. Analisis total flavonoid

Total flavonoid menggunakan uji aluminium klorida (AlCl₃), modifikasi Atanassova *et al.* (2011). Sampel 1 mL secara bertahap ditambahkan 0,5 mL NaNO₂ 5% (Merck, Jerman), 0,5 mL AlCl₃ 10% dan 3 mL NaOH 1M (Merck, Jerman). Absorbansi sampel diukur triplo menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 325 nm. Total flavonoid (TF) dinyatakan

kan sebagai quercetin equivalent (QE) dengan rumus:

$$TF = \frac{C \times V \times FP}{M}$$

7. Analisis antioksidan

Analisis antioksidan dilakukan menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) berdasarkan Pinsiromdom *et al.* (2018) yang dimodifikasi. 1 mL sampel ditambahkan dengan 3 mL etanol 96%. Larutan kemudian ditambahkan 1 mL DPPH 0,2 mM. Kemudian divortex dan diinkubasi gelap dalam suhu ruang selama 30 menit. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 517 nm spektrofotometer, kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Aktivitas Antioksidan (\%)} = 1 - \left(\frac{\text{Abs sampel}}{\text{Abs kontrol}} \right) \times 100\%$$

Analisis data

Analisis data karakteristik kimia teh kombucha KBF menggunakan Analysis of Variance (ANOVA). Data ANOVA yang menunjukkan pengaruh signifikan maka diuji lanjut dengan uji Fisher BNT taraf signifikan $p < 0,05$. Data dianalisis menggunakan minitab 17.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan kombucha kulit batang faloak (KBF)

Penelitian ini menggunakan Kulit Batang Faloak (KBF) sebagai substrat dalam pembuatan kombucha, sedangkan kombucha teh hitam (TH) digunakan sebagai kontrol dalam penelitian ini. Berbagai konsentrasi teh celup KBF yang digunakan (0,8, 1,2, 1,6 dan 2%) menghasilkan karakteristik kimia kombucha yang berbeda-beda baik itu pH, total asam, total gula, total fenol dan flavonoid (Tabel 1). Kemampuan aktivitas antioksidan DPPH dari variasi kombucha teh pun menunjukkan kemampuan yang ber-

beda-beda setelah difermentasi selama 14 hari (Gambar 1).

Perubahan pH, total asam dan total gula

Hasil analisa pH, total asam dan total gula dari teh kombucha di tunjukkan pada Tabel 1. Data pada Tabel 1 menjelaskan adanya perbedaan dan penurunan pH pada tiap konsentrasi teh KBF yang diamati pada hari ke-0 dan hari ke-14 secara signifikan ($P < 0,05$). Hal yang sama juga diamati pada kontrol kombucha TH. Penurunan pH selama 14 hari fermentasi secara berturut-turut yakni 4,05, 3,07, 2,78, 3,13 dan 3,04 pada masing-masing konsentrasi teh kombucha KBF 0,8, 1,2, 1,6, 2%, dan kontrol kombucha TH. Tren penurunan pH yang sama juga diamati oleh Velićanski *et al.* (2013) pada substrat tanaman herbal Lamiaceae. Penurunan pH pada kombucha selama 14 hari fermentasi disertai dengan peningkatan kandungan total asam masing-masingnya. Zubaidah *et al.* (2018) melaporkan terjadinya penurunan pH dan peningkatan total asam pada substrat kombucha salak yang difermentasi hingga 14 hari. Adanya penurunan pH dan peningkatan total asam selama fermentasi dikaitkan dengan produksi asam organik selama proses fermentasi oleh simbiosis mikroba (Jayabalan *et al.*, 2014). Pada Tabel 1 menunjukkan kombucha dengan konsentrasi teh 1,6% (8 g/500mL) memiliki peningkatan total asam tertinggi dari 0,19% hingga 0,62% disertai penurunan nilai pH dari 3,86 menjadi 2,78 dan masih tergolong dalam rentang pH kombucha konsumsi yang dianjurkan yakni 2,7-4 (Martínez Leal *et al.*, 2018). Perbedaan konsentrasi teh KBF dalam kombucha juga mempengaruhi perubahan pH dan total asam secara signifikan ($p < 0,05$). Perbedaan keasaman dan pH kombucha dikaitkan dengan perbedaan jumlah bakteri asam asetat sehingga berpengaruh pada variasi produksi asam organik pada tiap konsentrasi (Coton *et al.*, 2017).

Tabel 1 menunjukkan adanya perubahan total gula selama proses fermentasi berlangsung dari hari ke-0 hingga hari ke-14 yang dipengaruhi variasi konsentrasi teh

kombucha KBF dan kontrol kombucha TH ($p < 0,05$). Kombucha dengan konsentrasi teh KBF 1,6% (b/v) memiliki penurunan total gula yang signifikan ($p < 0,05$) yaitu dari $9,09 \pm 0,24\%$ menjadi $8,40 \pm 0,05\%$. Adanya penurunan konsentrasi gula dari 0 hari hingga 14 hari dikaitkan dengan proses metabolisme mikroba fermentasi dalam kombucha yang mampu mengkonversi gula sukrosa hingga hasil akhir berupa asam asetat (BAA). Menurut Laureys *et al.* (2020) penurunan gula bermula dari ragi yang mendegradasi sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa oleh enzim infertase, kemudian glukosa dan fruktosa akan diubah menjadi etanol. Etanol yang dihasilkan diubah menjadi asam asetat dan asam glukuronat oleh BAA. Kallel *et al.* (2012) dan Laavanya *et al.* (2021) menjelaskan berkurangnya glukosa selain difungsikan sebagai substrat metabolisme dalam menghasilkan energi juga dikaitkan dengan pemanfaatannya oleh BAA dalam mensintesis selulosa dalam kombucha.

Perubahan total fenol dan flavonoid

Hasil analisa pada Tabel 1 menunjukkan adanya perubahan pada total fenol dan flavonoid pada kombucha yang di pengaruhi oleh perbedaan konsentrasi teh KBF dalam kombucha ($p < 0,05$). Perbedaan total fenol dan flavonoid pada masing-masing konsentrasi teh kombucha KBF telah terlihat pada awal fermentasi. KBF memiliki kandungan senyawa fenol dan flavonoid yang telah ter-

identifikasi (Siswadi *et al.*, 2013). Perbedaan konsentrasi diyakin mempengaruhi kuantitas dari total fenol dan flavonoid yang ada dalam teh KBF. Peningkatan total fenol dan flavonoid pada kombucha KBF dan TH juga terjadi selama proses fermentasi hingga hari ke-14. Peningkatan total fenol tertinggi pada kontrol kombucha TH dari $262,67 \pm 13,56$ menjadi $475,13 \pm 3,82$ mg/L GAE namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi teh kombucha KBF 1,6% (b/v), sehingga diyakini KBF berpotensi dapat dijadikan alternatif substrat dalam pembuatan kombucha.

Pada total flavonoid, terjadi peningkatan tertinggi pada konsentrasi 1,6% (b/v) dari $3494,44 \pm 40,00$ menjadi $4135,14 \pm 63,47$ mg/L QE. Peningkatan total fenol dan flavonoid selama 14 hari fermentasi dikaitkan dengan aktivitas enzimatik dari mikroorganisme kombucha dalam mendegradasi polifenol kompleks menjadi molekul kecil yang mengakibatkan peningkatan total fenolik dan flavonoid (Bhattacharya *et al.*, 2013). Komposisi polifenol pada bahan yang dijadikan substrat juga mempengaruhi kandungan polifenol dalam kombucha. Teh hitam teridentifikasi memiliki senyawa polimer teafavin dan tearubigin, kedua senyawa ini kemudian ikut terdegradasi selama fermentasi sehingga berkontribusi dalam tingginya kandungan fenol dibandingkan dengan substrat lainnya (Cardoso *et al.*, 2020; Kallel *et al.*, 2012).

Tabel 1 Karakteristik kimia kombucha KBF dengan berbagai konsentrasi teh (0,8%, 1,2%, 1,6%, dan 2% (b/v) dan KTH (kombucha teh hitam) pada fermentasi hari ke-0 dan ke-14

Hari	Konsentrasi	pH	Parameter			
			Total asam (%)	Total gula (%)	Total fenol (mg/L GAE)	Total flavonoid (mg/L QE)
Ke-0	0,80%	4,17±0,07 ^a	0,18±0,02 ^e	10,06±0,26 ^a	122,14±6,97 ^h	2652,36±30,84 ^h
	1,20%	3,88±0,03 ^{ab}	0,19±0,03 ^e	9,92±0,02 ^a	156,32±4,97 ^g	3414,74±44,68 ^{ef}
	1,60%	3,86±0,02 ^b	0,19±0,03 ^e	9,09±0,24 ^b	240,21±8,85 ^f	3494,4±40,00 ^{de}
	2%	3,87±0,05 ^{ab}	0,21±0,04 ^{de}	9,22±0,06 ^b	264,63±6,24 ^e	3512,46±45,16 ^d
Ke-14	KTH	4,03±0,10 ^{ab}	0,19±0,02 ^e	9,21±0,17 ^b	262,67±13,56 ^e	3369,5±27,99 ^f
	0,80%	4,05±0,13 ^{ab}	0,35±0,10 ^{cd}	9,18±0,09 ^b	292,95±5,48 ^d	3167,09±47,65 ^g
	1,20%	3,07±0,16 ^{cd}	0,46±0,18 ^{bc}	8,25±0,16 ^c	319,08±7,20 ^c	3821,51±38,46 ^c
	1,60%	2,78±0,48 ^d	0,62±0,12 ^a	7,15±0,13 ^e	467,92±8,37 ^a	4135,14±63,47 ^a
KTH	2%	3,13±0,18 ^c	0,57±0,01 ^{ab}	8,40±0,05 ^c	400,89±9,15 ^b	3887,76±75,41 ^c
	KTH	3,04±0,05 ^{cd}	0,67±0,09 ^a	7,62±0,14 ^d	475,13±3,82 ^a	3981,80±27,99 ^b

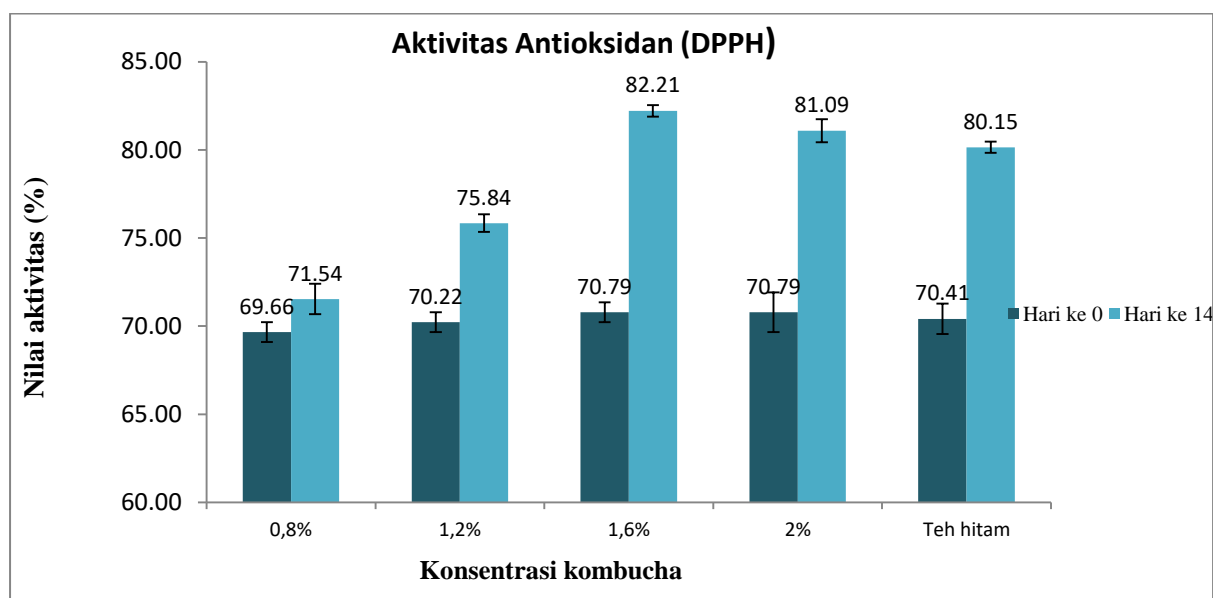
Keterangan: Huruf superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda signifikan pada taraf sig. 0,05, berdasarkan uji BNT

Aktivitas antioksidan

Pada Gambar 1 menunjukkan aktivitas antioksidan kombucha, terlihat adanya peningkatan aktivitas antioksidan DPPH selama 14 hari fermentasi. Perbedaan konsentrasi teh KBF memiliki pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) pada perubahan kemampuan antioksidan kombucha. Terlihat peningkatan aktivitas antioksidan pada hari ke-14 masing-masing sebesar 1,8; 5,62; 11,42; 10,30; dan 9,74% untuk konsentrasi 0,8; 1,2; 1,6; dan 2% serta kombucha TH. Peningkatan aktivitas antioksidan juga dilaporkan oleh Zubaidah *et al.* (2019) bahwa kombucha bersubstrat buah salak yang difermentasi selama 14 hari mampu meningkatkan aktivitas antioksidan secara signifikan.

Peningkatan kemampuan antioksidan dikaitkan dengan peningkatan senyawa fenolik selama proses fermentasi. Menurut

Jayabalan *et al.* (2014) peningkatan senyawa dikaitkan dengan biotransformasi senyawa bioaktif oleh enzim mikroba. Kandungan senyawa bioaktif alami substrat ikut berkontribusi dalam menghambat radikal bebas DPPH dengan mentransfer elektron dari atom hidrogen, diantaranya alkaloid dan terpenoid (Siswadi *et al.*, 2013) fenol dan flavonoid (Hertiani *et al.*, 2017), serta turunan fenolik seperti epikatekin (Dean *et al.*, 2019). Perbedaan signifikan kemampuan antioksidan antar perlakuan dari kombucha KBF dan kombucha TH mungkin dikaitkan dengan perbedaan senyawa total flavonoid pada akhir fermentasi, Lobo *et al.* (2017) menjelaskan flavonoid merupakan senyawa yang paling beragam dengan kelompok yang luas, spektrum kimia dan biologi yang luas menjadikan senyawa ini berpotensi baik dalam penghambatan senyawa radikal bebas.



Gambar 1. Aktivitas antioksidan kombucha KBF dengan berbagai konsentrasi teh (0,8, 1,2, 1,6, dan 2 % (b/v) dan kombucha TH pada fermentasi hari ke-0 dan ke-14

KESIMPULAN

Konsentrasi teh kulit batang faloak dapat mempengaruhi karakteristik kimia dan antioksidan kombucha kulit batang faloak (KBF). Konsentrasi yang direkomendasi dalam pembuatan kombucha KBF adalah de-

ngan penggunaan konsentrasi teh 1,6% (b/v) yang difermentasi selama 14 hari, dengan menghasilkan karakteristik kimia terbaik mencakup pH, total asam, total gula, total fenol dan flavonoid. Kombucha dengan konsentrasi teh 1,6% (b/v) efektif dalam meningkatkan aktivitas antioksidan DPPH

sebesar 82,21% (peningkatan 11,42%). KBF berpotensi dijadikan sebagai alternatif substrat dalam pembuatan kombucha.

DAFTAR PUSTAKA

- Aloulou, A., Hamden, K., Elloumi, D., Ali, M. B., Hargafi, K., Jaouadi, B., Ayadi, F., Elfeki, A., & Ammar, E. (2012). Hypoglycemic and antilipidemic properties of kombucha tea in alloxan-induced diabetic rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12(1), 1–9.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist 16th ed. (1995). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemist, Washington D.C.
- Atanassova, M., Georgieva, S., & Ivancheva, K. (2011). Total phenolic and total flavonoid contents, antioxidant capacity and biological contaminants in medicinal herbs. *Journal of the University of Chemical Technology & Metallurgy*, 46(1), 81–88
- Ayed, L., Abid, S. B., & Hamdi, M. (2017). Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha consortium. *Annals of Microbiology*, 67(1), 111–121.
- Bhattacharya, D., Bhattacharya, S., Patra, M. M., Chakravorty, S., Sarkar, S., Chakraborty, W., Koley, H., & Gachhui, R. (2016). Antibacterial activity of polyphenolic fraction of kombucha against enteric bacterial pathogens. *Current Microbiology*, 73(6), 885–896.
- Bhattacharya, S., Gachhui, R., & Sil, P. C. (2013). Effect of Kombucha, a fermented black tea in attenuating oxidative stress mediated tissue damage in alloxan induced diabetic rats. *Food and Chemical Toxicology*, 60, 328–340.
- Cardoso, R. R., Neto, R. O., dos Santos D’Almeida, C. T., do Nascimento, T. P., Pressete, C. G., Azevedo, L., Martino, H. S. D., Cameron, L. C., Ferreira, M. S. 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.
- Coton, M., Pawtowski, A., Taminiau, B., Burgaud, G., Deniel, F., Coulloume-Labarthe, L., Fall, A., Daube, G., & Coton, E. (2017). Unraveling microbial ecology of industrial-scale Kombucha fermentations by metabarcoding and culture-based methods. *FEMS Microbiology Ecology*, 93(5), 1–16
- Dean, M., Handajani, R., & Khotib, J. (2019). Faloak (*Sterculia quadrifida* R. Br) stem bark extract inhibits hepatitis C virus JFH1. *Oriental Journal of Chemistry*, 35(1), 430.
- Fibrianto, K., Zubaidah, E., Muliandari, N. A., Wahibah, L. Y., Putri, S. D., Legowo, A. M., & Al-Baarri, A. N. (2020). Antioxidant activity optimisation of young Robusta coffee leaf kombucha by modifying fermentation time and withering pre-treatment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 475(1), 012029.
- Hertiani, T., Permanasari, P., Mashar, H., & Siswadi, S. (2017). Preliminary Study on Faloak Bark Potency for Prevention of Microbial Infection. *Conference on Health Management in Post Disaster Recovery*, Banda Aceh, Indonesia, 59–66.
- Islam, M., Khan, M. Z. H., Sarkar, M. A. R., Absar, N., & Sarkar, S. K. (2013). Changes in acidity, TSS, and sugar content at different storage periods of the postharvest mango (*Mangifera indica* L.) influenced by Bavistin DF. *International Journal of Food Science*, 2013, 1–8.
- Jakubczyk, K., Kałduńska, J., Kochman, J., & Janda, K. (2020). Chemical profile and antioxidant activity of the

- kombucha beverage derived from white, green, black and red tea. *Antioxidants*, 9(5), 447.
- Jayabalan, R., Chen, P.-N., Hsieh, Y.-S., Prabhakaran, K., Pitchai, P., Marimuthu, S., Thangaraj, P., Swaminathan, K., & Yun, S. E. (2011). Effect of solvent fractions of kombucha tea on viability and invasiveness of cancer cells—Characterization of dimethyl 2-(2-hydroxy-2-methoxypropylidene) malonate and vitexin, *Indian Journal of Biotechnology*, 10(1), 75–82.
- 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.
- Kallel, L., Desseaux, V., Hamdi, M., Stocker, P., & Ajandouz, E. H. (2012). Insights into the fermentation biochemistry of Kombucha teas and potential impacts of Kombucha drinking on starch digestion. *Food Research International*, 49(1), 226–232.
- Laavanya, D., Shirkole, S., & Balasubramanian, P. (2021). Current challenges, applications and future perspectives of SCOBY cellulose of Kombucha fermentation. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126454.
- Laureys, D., Britton, S. J., & De Clippeleer, J. (2020). Kombucha tea fermentation: A review. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 78(3), 165–174.
- Lobo, R. O., Dias, F. O., & Shenoy, C. K. (2017). Kombucha for healthy living: Evaluation of antioxidant potential and bioactive compounds. *International Food Research Journal*, 24(2), 541–546.
- 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.
- Pinsirodom, P., Taprap, R., & Parinyapatthanaboot, T. (2018). Antioxidant activity and phenolic acid composition in different parts of selected cultivars of mangoes in Thailand. *International Food Research Journal*, 25(4), 1435–1443.
- Pure, A. E., Mofidi, S. M. G., Keyghobadi, F., & Pure, M. E. (2017). Chemical composition of garlic fermented in red grape vinegar and kombucha. *Journal of Functional Foods*, 34, 347–355.
- Rahmani, R., Beaufort, S., Villarreal-Soto, S. A., Taillandier, P., Bouajila, J., & Debouba, M. (2019). Kombucha fermentation of African mustard (*Brassica tournefortii*) leaves: Chemical composition and bioactivity. *Food Bioscience*, 30, 100414.
- Ram, M. S., Anju, B., Pauline, T., Prasad, D., Kain, A. K., Mongia, S. S., Sharma, S. K., Singh, B., Singh, R., & Ilavazhagan, G. (2000). Effect of Kombucha tea on chromate (VI)-induced oxidative stress in albino rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 71(1–2), 235–240.
- Rollando, R., Rehmadata, S., & Eva M. (2018). Cytotoxic activity of 2-iminoethyl 2-(2-(1-hydroxypentan-2-yl) phenyl) acetate from *Sterculia quadrifida* R.Br ethyl acetate fraction. *Journal of Global Pharma Technology*, 10(6), 204–213.
- Rollando, R., Mauren, E., Eva, M., & Siswadi, S. (2020). Immunomodulatory activity test of syrup dosage form of combination *Phyllanthus niruri* Linn. and *Sterculia quadrifida* R.Br. extract. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 11(1), 191–199.
- Siswadi, H., Saragih, G. S., & Hadi, D. S. (2013). The potency of faloak's

- (*Sterculia quadrifida*, R. Br.) active compounds natural remedy. *International Seminar "Forests and Medicinal Plants for Better Human Welfare*. Bogor, Indonesia: Center for Forests Productivity Research and Development.
- Siswadi, S., Raharjo, A., Pujiono, E., Saragih, G., & Rianawati, H. (2015, November F24). Pemanfaatan kulit batang pohon falok (*Sterculia quadrifida* R.Br.) sebagai bahan baku obat herbal di pulau timor. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas Savana Nusa Tenggara*. Kupang, Indonesia: Badan Penelitian Pengembangan dan Inovasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Sreeramulu, G., Zhu, Y., & Knol, W. (2000). Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6), 2589–2594.
- Tu, C., Tang, S., Azi, F., Hu, W., & Dong, M. (2019). Use of kombucha consortium to transform soy whey into a novel functional beverage. *Journal of Functional Foods*, 52, 81–89.
- Vázquez-Cabral, B. D., Larrosa-Pérez, M., Gallegos-Infante, J. A., Moreno-Jiménez, M. R., González-Laredo, R. F., Rutiaga-Quiñones, J. G., Gamboa-Gómez, C. I., & Rocha-Guzmán, N. E. (2017). Oak kombucha protects against oxidative stress and inflammatory processes. *Chemico-Biological Interactions*, 272, 1–9.
- Velićanski, A., Cvetković, D., & Markov, S. (2013). Characteristics of kombucha fermentation on medicinal herbs from Lamiaceae family. *Romanian Biotechnological Letters*, 18(1), 8034–8042.
- Watawana, M. I., Jayawardena, N., Gunawardhana, C. B., & Waisundara, V. Y. (2016). Enhancement of the antioxidant and starch hydrolase inhibitory activities of king coconut water (*Cocos nucifera* var. Aurantiaca) by fermentation with kombucha 'tea fungus. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(2), 490–498.
- Winanta, A., & Hertiani, T. (2019). In vivo immunomodulatory activity of falok bark extract (*Sterculia quadrifida* R. Br). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 22(12), 590–596.
- Yaghmaei, P., Parivar, K., & Karkhane, L. (2012). The effect of kombucha extract on plasma lipoproteins and liver enzymes in male wistar rats. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 2(34), 29–36.
- Yang, Z.-W., Ji, B.-P., Zhou, F., Li, B., Luo, Y., Yang, L., & Li, T. (2009). Hypocholesterolaemic and antioxidant effects of kombucha tea in high-cholesterol fed mice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(1), 150–156.
- Zubaidah, E., Afgani, C. A., Kalsum, U., Srianta, I., & Blanc, P. J. (2019). Comparison of in vivo antidiabetes activity of snake fruit kombucha, black tea kombucha and metformin. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 17, 465–469.
- Zubaidah, E., Dewantari, F. J., Novitasari, F. R., Srianta, I., & Blanc, P. J. (2018). Potential of snake fruit (*Salacca zalacca* (Gaerth.) Voss) for the development of a beverage through fermentation with the Kombucha consortium. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 13, 198–203.
- Zubaidah, E., Valencia, V., Rifa'i, M., Srianta, I., & Tewfik, I. (2020). Investigating chemical changes during snake fruit and black tea kombucha fermentation and the associated immunomodulatory activity in *Salmonella typhi*-infected mice. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 995–1000.