

Functional Beverage Formulation of Faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br) Stem Bark Kombucha with The Addition of Lontar Palm Sugar

Paulus R. F. Lalong^{1*}, Maria N. Naben¹, and Yoseph M. Laynurak²

¹Departement of Food Technology, Faculty of Science and Technology, Widya Mandira Chatolic University, Kupang, Indonesia.

²Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Widya Mandira Chatolic University, Kupang, Indonesia

Abstract

Kombucha is a traditional Asian drink generally made from a solution of black or green tea and white cane sugar fermented using a SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast). In this study, the kombucha was brewed using faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br) stem bark and lontar palm sugar to utilize the potential of local substrates and increase the compound content and health potential of kombucha. The purpose of this study is to determine the optimal lontar palm sugar concentration and fermentation time to produce faloak stem bark (FSB) kombucha with the best chemical characteristics and antioxidant activity. This study applied the Response Surface Methodology (RSM) with two factor variables, namely lontar palm sugar concentration and fermentation time. The results of this study revealed that lontar palm sugar concentration of 15% and fermentation time of 15.18 days resulted in significant changes with a pH value of 2.72, total acid of 1.264%, total sugar of 6.451%, total phenolic content of 452.783 mg GAE/L, and antioxidant activity (IC₅₀) of 70.877 ppm. Therefore, FSB kombucha produced under these conditions has the potential to be an alternative functional drink that is highly useful for health.

Keywords: Functional baverage, Faloak, Kombucha, Lontar palmsugar, *Sterculia quadrifida* R.Br.

Formulasi Minuman Fungsional Kombucha Kulit Batang Faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br) dengan Penambahan Gula Aren Lontar

Abstrak

Kombucha merupakan minuman tradisional Asia berbahan dasar larutan teh gula yang difermentasi menggunakan biakan SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts*). Pada umumnya kombucha dibuat dari teh hitam atau hijau yang difermentasi menggunakan gula tebu putih. Pada penelitian ini, kombucha dibuat menggunakan kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br) dan gula aren lontar, dalam rangka memanfaatkan potensi substrat lokal, meningkatkan kandungan senyawa serta potensi kesehatan kombucha. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi gula aren lontar dan lama waktu fermentasi kombucha kulit batang faloak yang optimum untuk menghasilkan kombucha KBF dengan karakteristik kimia serta aktivitas antioksidan terbaik. Penelitian ini menggunakan metode Response Surface Methodology (RSM) dengan dua faktor variabel, yaitu konsentrasi gula aren lontar dan waktu fermentasi. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi gula aren lontar 15% dan waktu fermentasi 15,18 hari menghasilkan perubahan signifikan berupa nilai pH 2,72, total asam 1,264%, total gula 6,451%, kadar total senyawa fenol 452,783 mg GAE/L serta aktivitas antioksidan IC₅₀ 70,877 ppm. Kombucha kulit batang faloak yang dibuat dengan kondisi ini berpotensi sebagai minuman fungsional alternatif yang berguna bagi kesehatan.

Kata Kunci: Faloak, Gula aren lontar, Kombucha, Minuman fungsional, *Sterculia quadrifida* R.Br.

Article History:

Submitted 23 January 2024

Revised 3 March 2024

Accepted 1 May 2024

Published 28 February 2025

*Corresponding author:

risanlalong@gmail.com

Citation:

Lalong R.F.P., Naben N., Maria, Laynurak M., Yosph. Functional Beverage Formulation of Faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br) Stem Bark Kombucha with The Addition of Lontar Palm Sugar. Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology. 2025; 12 (1) : 63-70.

1. Pendahuluan

Kombucha merupakan minuman tradisional Asia berbahan dasar larutan teh gula yang difermentasi menggunakan biakan SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts*). Dalam minuman ini terkandung berbagai senyawa bioaktif seperti asam organik, vitamin dan polifenol, sehingga berpotensi sebagai antioksidan, antibakteri, antikarsinogenik dan antidiabetes.¹⁻³ Adanya efek menguntungkan, menyebabkan kombucha tetap bertahan hingga kini. Kim & Andhikari (2020)⁴ berpendapat bahwa kombucha sebagai minuman fungsional dapat menjadi pengganti *soft drink* di Amerika.

Potensi kesehatan serta minat yang tinggi dari kombucha mendorong para peneliti untuk meneliti lebih jauh khasiat kombucha sebagai minuman fungsional, khususnya mencari bahan alternatif pengganti teh. Beberapa faktor seperti kadar dan jenis gula, waktu fermentasi, serta variasi bahan yang digunakan dalam fermentasi kombucha akan mempengaruhi karakteristik metabolit di akhir proses fermentasi.⁵ Pengoptimalan berbagai faktor kondisi fermentasi berdampak pada hasil akhir kombucha yang diinginkan. Komposisi kimia seperti asam organik, vitamin, dan polifenol dari kombucha akan bervariasi bergantung pada faktor waktu dan substrat.^{6,7} Variasi komposisi senyawa bioaktif sekaligus akan berdampak pada variasi kemampuan bioaktivitasnya.⁸

Gula yang ditambahkan pada proses fermentasi dimanfaatkan mikroba sebagai sumber senyawa karbon, yang kemudian dikonversi menjadi berbagai asam organik.⁸ Watawana *et al.* (2015)⁹ menyatakan bahwa proses fermentasi kombucha dapat berlangsung 3-60 hari, bergantung pada kondisi biakan yang digunakan. De Miranda *et al.* (2022)¹⁰ menyatakan bahwa lama fermentasi kombucha yang ideal berkisar 7-14 hari.⁶⁻⁸

Teh hitam atau teh hijau merupakan bahan dasar yang umum digunakan dalam pembuatan kombucha, namun saat ini telah banyak penelitian yang menggunakan berbagai minuman herbal ataupun berbagai jenis buah-buahan sebagai bahan dasar minuman kombucha. Kombucha dengan bahan alternatif yang telah diteliti antara lain, kombucha anggur merah, kombucha salak, kombucha kayu manis, kombucha pepermin, kombucha daun sawi afrika, dan kombucha kunyit.^{3,11-14} Rahmani *et al.* (2019)¹² menyatakan bahwa pemilihan bahan alternatif untuk kombucha akan meningkatkan nilai nutrasetikal dari bahan tersebut.

Dengan memanfaatkan potensi lokal setempat,

penelitian terdahulu telah memanfaatkan seduhan herbal tradisional kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br) sebagai bahan alternatif fermentasi kombucha, yang terbukti memiliki khasiat dalam menangkal radikal bebas dan sebagai agen terapi hiperglikemik.¹⁵ Untuk meningkatkan khasiat kesehatan, rasa yang menarik serta pemberdayaan produk lokal, maka gula lokal seperti gula aren lontar (*Borassus flabellifer* L.) asal Timor dapat dimanfaatkan dalam proses pembuatan kombucha. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi gula aren lontar dan lama fermentasi yang optimum untuk menghasilkan formula kombucha KBF dengan karakteristik kimia serta aktivitas antioksidan kombucha kulit batang faloak yang terbaik.

2. Bahan dan Metode

2.1. Alat

Alat yang digunakan meliputi *hammer mill* (Ikeda), neraca digital (Ohaus), gelas beaker 250 ml, gelas ukur 50 mL (Pyrex), spektrofotometer UV-Vis (Thermo Genesys), pH meter (PHS 3C).

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya kulit batang faloak (KBF) yang diperoleh di daerah Kecamatan Alak, Kota Kupang, gula aren lontar yang diperoleh dari pedagang lokal di Kota Kupang dan starter SCOBY yang berasal dari Kombu.Koe Kombucha. Indikator PP (Merck), anthrone (Merck), H₂SO₄ (Sigma Aldrich), DPPH (Sigma Aldrich), folin-ciocalteu (Merck), NaOH, Etanol 96% dan aquades.

2.3. Prosedur

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian *Response Surface Methodology* (RSM) dengan dua faktor variabel yang dioptimasi, yakni faktor konsentrasi gula aren (X1) dan faktor waktu fermentasi (X2). Respon yang diamati pada penelitian ini diantaranya pH, total asam, total gula, total fenol, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan.

2.3.1. Rancangan Formula Optimasi

Rancangan formulasi menggunakan aplikasi *Desain Expert* (Version 13.0, Stat-Ease). Berdasarkan studi literatur, konsentrasi gula yang digunakan dalam pembuatan kombucha adalah 10%^{1,16}, sedangkan waktu fermentasi berlangsung pada rentang waktu 7-14 hari fermentasi.^{17,18} Nilai variabel faktor batas atas dan batas bawah yang digunakan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Variabel Penelitian Menggunakan Desain *Expert*

Faktor	(-1) Batas bawah	(+2) Natas atas
Konsentrasi gula arem (b/v) (%)	5	15
Waktu fermentasi (hari)	7	21

Setelah menetapkan batas atas dan batas bawah masing-masing faktor variabel, ditentukan 13 *run* perlakuan yang digunakan pada penelitian ini.

2.3.2. Pembuatan Teh Celup

Pembuatan teh celup KBF dilakukan berdasarkan metode Lalong *et al.* (2023)¹⁹. KBF diambil dari pohon Faloak dewasa, kemudian dikeringanginkan selama lima hari pada suhu ruang untuk meminimalisasi degradasi senyawa bioaktif. KBF dihaluskan menggunakan *hammer mill*, lalu ditimbang masing-masing 4 g untuk dimasukkan ke dalam setiap tea bag celup.

2.3.3. Penimbangan Gula Aren

Gula aren lontar diiris-iris terlebih dahulu, kemudian ditimbang sesuai konsentrasi yang diperlukan untuk 13 *run* perlakuan.

2.3.4. Pembuatan Kombucha KBF

Prosedur pembuatan kombucha KBF dilakukan berdasarkan metode Lalong *et al.* (2022b)²⁰. Sebanyak 250 ml air direbus hingga mendidih, kemudian dimasukkan gula aren lontar dan diaduk hingga larut. Sebanyak satu *tea bag* teh celup KBF dimasukkan

ke dalam rebusan air bergula dan didiamkan selama 10 menit. Larutan dituangkan ke dalam gelas beaker dan didiamkan hingga mencapai suhu 25°C. Starter kombucha sebanyak 10% (v/v) ditambahkan ke dalam larutan, kemudian didiamkan sesuai waktu fermentasi yang telah dirancang. Prosedur yang sama dilakukan terhadap 13 *run* perlakuan sesuai rancangan.

2.3.5. Analisa Karakteristik Kimia dan Bioaktivitas

Hasil dari 13 *run* perlakuan kombucha KBF dianalisa berbagai parameternya, diantaranya analisa karakteristik kimia mencakup uji pH mengacu pada prosedur Zubaidah *et al.* (2018)³, uji titrasi total asam berdasarkan metode Sinamo *et al.* (2022)²¹, uji total gula mengacu pada metode Islam *et al.* (2013)²², uji total senyawa fenol dan uji aktivitas antioksidan IC50 berdasarkan metode Puspaningrum *et al.* (2022).²³

3. Hasil

3.1. Hasil Optimasi dan Analisa Varian (ANOVA)

Hasil optimasi kombucha KBF ditunjukkan pada Tabel 2, menunjukkan adanya variasi nilai respon dari kondisi fermentasi KBF yang berbeda. Data ini dianalisa lebih lanjut untuk mengetahui adanya pengaruh faktor variabel terhadap respon menggunakan model polinomial dari aplikasi Desain *expert*. Hasil model polinomial menggunakan analisis varians (ANOVA) ditunjukkan pada Tabel 3. Data hasil ANOVA pada Tabel 3 menunjukkan nilai signifikansi model dari setiap respon menghasilkan nilai $p < 0,05$, sehingga dinyatakan faktor konsentrasi gula (X1) dan waktu fermentasi (X2) berpengaruh secara signifikan terhadap respon yang diamati.

Tabel 2. Hasil optimasi nilai respon kondisi fermentasi kombucha KBF

Formula	Konsentrasi gula aren lontar (%)	Waktu	pH	Total Asam (%)	Total Gula (%)	Total senyawa fenol (mg GAE/L)	Antioksidan IC50 (ppm)
1	10	14	2,78	1,01	12,2	427,67	98,4
2	2,92	14	3,95	0,41	14,82	236,72	232,4
3	10	14	2,62	0,92	8,13	429,64	86,6
4	15	7	3,75	0,98	14,2	327,24	112,2
5	5	21	3,98	0,56	15,83	228,65	206,5
6	10	14	2,7	1,12	9,01	412,34	92,5
7	17,07	14	2,51	1,21	6,12	465,02	78,1
8	15	21	2,59	1,14	6,13	394,61	113,9
9	10	14	3,02	0,41	15,4	419,06	93,2
10	10	23,9	2,83	0,98	10,21	223,51	224,7
11	10	14	2,69	0,73	9,16	383,62	144,4
12	5	7	3,83	0,55	20,98	284,79	214,3
13	10	4,1	4,01	0,35	21,92	293,62	201,8

Tabel 3. Hasil analisis varians dan model regresi respon formulasi kombucha

Respon	Model	Signifikan model ($p < 0,05$)	Lack of fit ($p > 0,05$)	Adjusted R^2	Predicted R^2	Std. dev	Mean
pH	Quadratic	0,0004	0,1927	0,8944	0,6789	0,2003	3,17
TAT	Linear	0,0074	0,9355	0,5508	0,4625	0,2067	0,7977
Total gula	Quadratic	0,0055	0,8859	0,7742	0,6955	2,44	12,62
Total fenol	Quadratic	0,0002	0,1526	0,9117	0,7200	25,57	348,19
AO	Quadratic	0,0010	0,5698	0,8623	0,7120	22,29	146,08

Nilai lack of fit (ketidakcocokan) yang tidak signifikan ($p > 0,05$). Data pada Tabel 3, menyatakan model yang direkomendasi sesuai untuk digunakan. Data nilai *Adj R²* dan *Pred R²* yang memiliki selisih $< 0,2$ juga memperkuat model yang direkomendasikan sangat tepat digunakan untuk menentukan pengaruh faktor terhadap masing-masing respon.

3.2. Total Asam Titrasi (TAT), Nilai pH dan Total Gula Kombucha KBF

Proses fermentasi pada kombucha akan mempengaruhi nilai total asam dan pH di akhir fermentasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 terlihat adanya peningkatan nilai TAT (warna merah) yang disertai adanya penurunan nilai pH (warna biru) pada kombucha KBF, ketika semakin lama waktu fermentasi dan semakin tinggi konsentrasi gula aren lontar yang digunakan.

3.3. Hasil Pengukuran Kadar Total Senyawa Fenol Kombucha KBF

Pada Tabel 3, diketahui bahwa variasi konsentrasi gula aren lontar yang difermentasi selama variasi waktu fermentasi tertentu pada pembuatan kombucha KBF berpengaruh signifikan terhadap kadar total senyawa fenol. Perubahan kadar total senyawa fenol ditunjukkan dalam grafik respon permukaan pada Gambar 1d.

3.4. Aktivitas Antioksidan (AO) Kombucha KBF

Pada Tabel 2 telah diketahui adanya perbedaan kemampuan AO kombucha KBF yang difermentasi menggunakan variasi konsentrasi gula aren selama variasi waktu fermentasi tertentu. Perubahan nilai AO dapat dilihat pada grafik respon permukaan pada Gambar 1e.

3.5. Hasil Optimasi dan Verifikasi Kombucha KBF Gula Aren Lontar

Dengan bantuan aplikasi desain *expert*, hasil optimasi formula dan kondisi fermentasi KBF yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Pada Tabel 4, didapatkan satu formula yang memiliki nilai *desirability* paling tinggi atau mendekati satu. Formula ini dijadikan sebagai formula yang diverifikasi lebih lanjut sebanyak tiga kali pengulangan. Data hasil verifikasi ditunjukkan pada Tabel 5.

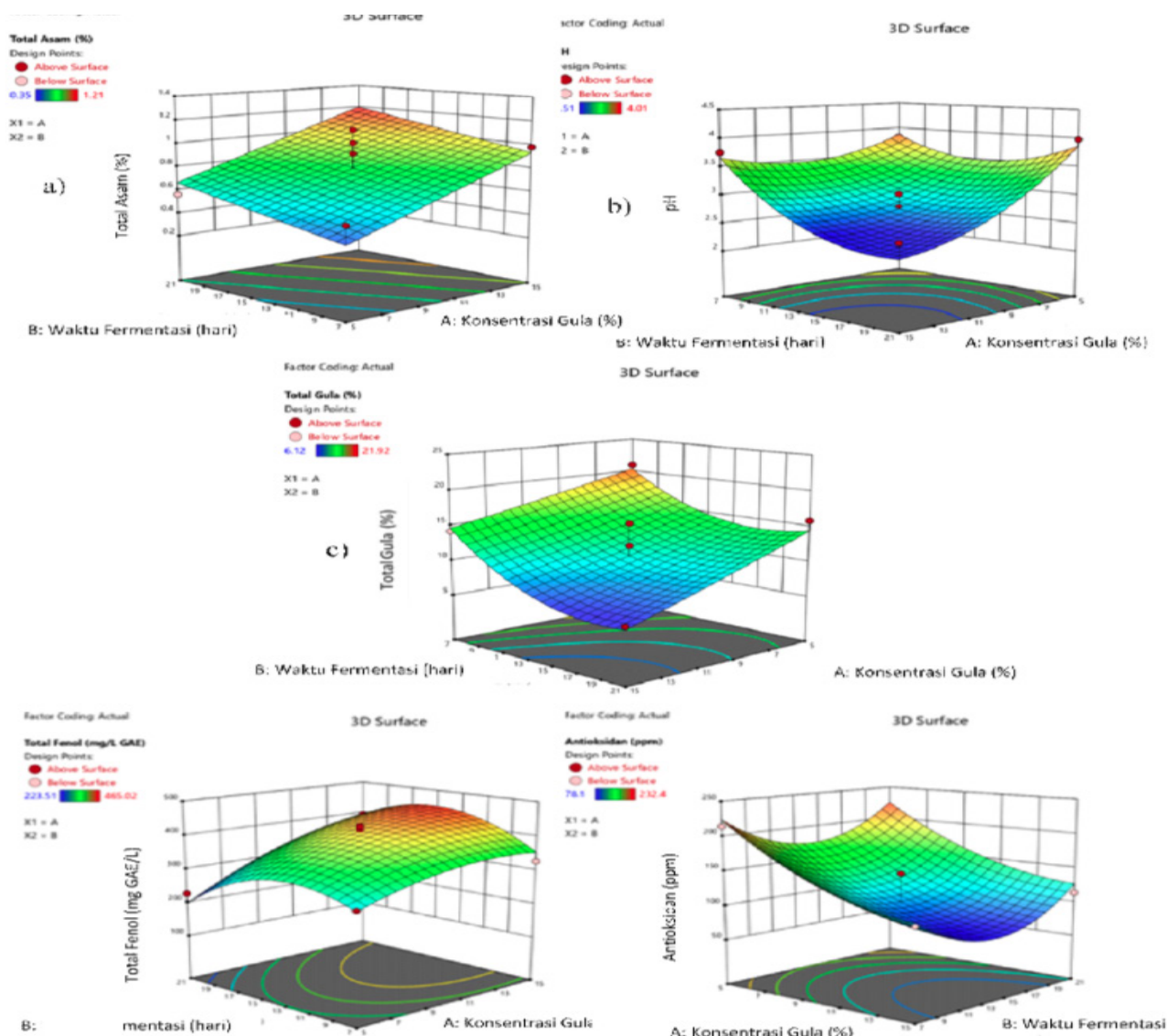
Pada Tabel 5, menunjukan hasil verifikasi formula yang dioptimasi. Data hasil verifikasi kemudian dibandingkan dengan nilai prediksi optimum yang direkomendasikan, kemudian nilai verifikasi juga dibandingkan dengan nilai kisaran 95% PI *low* dan 95% PI *high* untuk mempertegas kesesuaian model dan formula yang direkomendasikan.

4. Pembahasan

4.1. Perubahan Karakteristik Kimia

Variasi konsentrasi gula aren dan variasi waktu fermentasi dalam pembuatan kombucha KBF berpengaruh signifikan terhadap karakteristik kimia kombucha. Perubahan ini dibuktikan dengan rentang nilai TAT yang berkisar 0,35-1,21% dan nilai pH yang berkisar 4,01-2,51 di akhir proses fermentasi. TAT yang meningkat menunjukkan adanya peningkatan jumlah asam organik sebagai hasil metabolisme bakteri asam asetat dan yeast¹⁷. Asam organik yang dihasilkan akan terdisosiasi menjadi ion H^+ , sehingga berdampak pada penurunan nilai pH²⁴.

Dalam proses pembuatan kombucha KBF, gula aren lontar sebagai sumber karbon oleh mikroorganisme dalam proses metabolismenya. Hal ini dibuktikan dengan penurunan kadar gula selama proses fermentasi (Gambar 1c), dimana rentang nilai total gula sebesar 21,92-6,12% di akhir proses fermentasi. Gula aren lontar memiliki kandungan gula sederhana seperti halnya gula tebu yang sering digunakan dalam fermentasi kombucha. Gula seperti sukrosa dan gula tereduksi teridentifikasi dalam kadar yang tinggi dalam nira lontar atau siwalan^{25,26}. Sukrosa gula nira inilah yang akan dikonversi menjadi asam organik oleh mikroba. Enzim invertase yang dihasilkan oleh



Gambar 1. Grafik respon permukaan 3D yang dihasilkan dari variasi konsentrasi gula aren lontar dan waktu fermentasi terhadap: a) TAT, b) pH, c) total gula, d) senyawa fenol dan e) aktivitas antioksidan kombucha KBF

yeast berperan mengkonversi sukrosa menjadi asam organik melalui jalur metabolisme karbohidrat⁸.

4.2. Perubahan Total Senyawa Fenol dan Aktivitas Antioksidan Kombucha KBF

Kombucha KBF telah teridentifikasi memiliki kandungan senyawa bioaktif seperti senyawa fenol²⁷. Total senyawa fenol mengalami peningkatan selama proses fermentasi, yakni berkisar 223,51–465,02 mg/L GAE (Gambar 1d). Terlihat puncak yang berwarna merah pada permukaan respon menunjukkan kadar total fenol tertinggi.

Shahbazi *et al.* (2018)¹³ juga melaporkan peningkatan total senyawa fenol selama proses fermentasi kombucha. Peningkatan kadar ini dikaitkan dengan

jenis gula serta aktivitas mikroorganisme selama fermentasi. Selain mendegradasi gula, enzim yang dihasilkan mikroorganisme mampu menghidrolisis senyawa polifenol kompleks menjadi senyawa sederhana yang terakumulasi.¹

Kandungan senyawa fenol dalam kulit batang faloak dan gula aren lontar diyakini ikut berkontribusi dalam meningkatnya jumlah senyawa bioaktif kombucha KBF. Enzim yang dihasilkan mikroba akan menghidrolisis senyawa fenol yang terikat pada bahan dasar kombucha serta mengubah kelarutannya selama proses fermentasi²⁸. Pihurov *et al.* (2022)²⁹ menambahkan bahwa peningkatan jumlah senyawa fenol dapat disebabkan adanya mikroba yang sensitif terhadap asam, karena cenderung melepaskan senyawa katekin dari bahan yang difermentasi.

Tabel 4. Hasil optimasi formula dan kondisi fermentasi kombucha KBF

Konsentrasi gula aren (%)	Waktu fermentasi (hari)	pH	Total asam (%)	Total gula (%)	Total senyawa fenol (mg/L GAE)	Antioksidan IC50 (ppm)	Desirability
15	15,18	2,51	1,088	6,613	451,270	74,251	0,941

Kandungan senyawa bioaktif yang terikat pada bahan kombucha baik kulit batang faloak maupun gula aren lontar diduga ikut dihidrolisis dan terakumulasi dalam minuman kombucha KBF.

Pada Gambar 1e, terlihat adanya perubahan nilai IC50 232,4 ppm menjadi 78,1 ppm selama fermentasi. Kandungan senyawa fenol dan asam organik pada minuman kombucha berpengaruh pada penangkapan radikal bebas DPPH dalam analisa AO, sehingga rendahnya nilai IC50 menandakan kemampuan AO yang tinggi dari kombucha. Berdasarkan nilai IC50 yang diperoleh, aktivitas antioksidan dapat digolongkan dalam beberapa kategori, yakni sangat kuat (IC50; <50 ppm), kuat (IC50; 50-100 ppm), sedang (IC50; 100-150 ppm), lemah (IC50; 150-200 ppm), sangat lemah (IC50; >200 ppm)³⁰. Dalam penelitian nilai AO yang dihasilkan sebesar 78,1 ppm, maka dapat dikategorikan sebagai AO kuat

Villarreal-Soto *et al.* (2018)² mengemukakan bahwa tingginya aktivitas antioksidan dikaitkan dengan tingginya kadar senyawa fenol dari hasil fermentasi mikroba dalam kombucha. Sebagai senyawa antioksidan, fenol memiliki kemampuan dalam mentransfer atom hidrogen melalui mekanisme transfer elektron tunggal sehingga senyawa radikal bebas dapat direduksi menjadi senyawa non radikal. Potensi antioksidan dari senyawa fenol ditentukan oleh struktur cincin benzena dan jumlah gugus OH dalam menstabilisasi radikal bebas melalui efek resonansi.³¹

Adapun beberapa mekanisme senyawa fenolik lainnya dalam menangkal radikal bebas diantaranya mekanisme transfer elektron melalui transfer proton secara berurutan³² dan mekanisme transisi kelat logam.³³

4.3. Hasil Optimasi dan Verifikasi

Nilai rerata hasil verifikasi yang menunjukkan nilai pH 2,72, TAT 1,264%, total gula 6,613%, total fenol 452,783 mg/L GAE, dan AO 70,877 ppm. Rerata nilai verifikasi respon berada pada rentangan nilai 95% PI *low* dan 95% PI *high*, sehingga dapat dikatakan bahwa model serta formula yang direkomendasikan dapat dijadikan acuan formulasi yang optimal untuk meningkatkan potensi kombucha sebagai minuman fungsional alternatif yang bermanfaat bagi kesehatan.

5. Simpulan

Adanya variasi konsentrasi gula aren lontar (*Borassus flabellifer* L.) dan variasi waktu fermentasi pada pembuatan kombucha kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br) berpengaruh signifikan terhadap karakteristik kimia (pH, total asam, total gula, total fenol) dan aktivitas antioksidan. Formula optimum kombucha kulit batang faloak adalah pada konsentrasi gula aren lontar 15% dan waktu fermentasi selama 15,18 hari, dengan menghasilkan karakteristik kombucha pH 2,72, nilai total asam sebesar 1,264%, total gula sebesar 6,451%, total fenol sebesar 451,27, serta kemampuan aktivitas antioksidan yang kuat dengan nilai IC50 sebesar 70,877 ppm.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Katolik Widya Mandira yang telah memberikan dana Hibah Penelitian Reguler bagi peneliti.

Konflik Kepentingan

Penulis harus menyatakan konflik kepentingan Penulis

Tabel 5. Data nilai verifikasi serta perbandingannya dengan nilai prediksi

Respon	Prediksi	Verifikasi	95% PI <i>low</i>	95% PI <i>high</i>
pH	2,51	2,72	2,14	2,87
TAT	1,088	1,264	0,749	1,425
Total gula	6,613	6,451	2,107	11,118
Total fenol	451,270	452,783	404,12	498,421
AO	74,251	70,877	33,135	115,365

menyatakan bahwa data yang dipublikasikan pada naskah ini tidak ada konflik kepentingan terhadap pihak manapun.

Referensi

1. Chakravorty S, Bhattacharya S, Chatzinotas A, Chakravorty W, Bhattacharya D, Gachhui R. Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. *Int J Food Microbiol.* 2016;220:63-72.
2. Villarreal-Soto SA, Beaufort S, Bouajila J, Souchard JP, Taillandier P. Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. *J Food Sci.* 2018;83(3):580-588.
3. Zubaidah E, Dewantari FJ, Novitasari FR, Srianta I, Blanc PJ. Potential of snake fruit (*Salacca zalacca* (Gaerth.) Voss) for the development of a beverage through fermentation with the Kombucha consortium. *Biocatal Agric Biotechnol.* 2018;13:198-203.
4. Kim J, Adhikari K. Current trends in kombucha: Marketing perspectives and the need for improved sensory research. *Beverages.* 2020;6(1):1-19.
5. Emiljanowicz KE, Malinowska-Pańczyk E. Kombucha from alternative raw materials—The review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2020;60(19):3185-3194.
6. Coelho RMD, Almeida AL de, Amaral RQG do, Mota RN da, Sousa PHM de. Kombucha: Review. *Int J Gastron Food Sci.* 2020;22.
7. Leal JM, Suárez LV, Jayabalan R, Oros JH, Escalante-Aburto A. A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CYTA - Journal of Food.* 2018;16(1):390-399.
8. Laavanya D, Shirkole S, Balasubramanian P. Current challenges, applications and future perspectives of SCOBY cellulose of Kombucha fermentation. *J Clean Prod.* 2021;295.
9. Watawana MI, Jayawardena N, Gunawardhana CB, Waisundara VY. Health, wellness, and safety aspects of the consumption of kombucha. *J Chem.* 2015;2015.
10. De Miranda JF, Ruiz LF, Silva CB, et al. Kombucha: A review of substrates, regulations, composition, and biological properties. *J Food Sci.* 2022;87(2):503-527.
11. Ayed L, Ben Abid S, Hamdi M. Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha consortium. *Ann Microbiol.* 2017;67(1):111-121.
12. Rahmani R, Beaufort S, Villarreal-Soto SA, Taillandier P, Bouajila J, Debouba M. Kombucha fermentation of African mustard (*Brassica tournefortii*) leaves: Chemical composition and bioactivity. *Food Biosci.* 2019;30.
13. Shahbazi H, Hashemi Gahrue H, Golmakani MT, Eskandari MH, Movahedi M. Effect of medicinal plant type and concentration on physicochemical, antioxidant, antimicrobial, and sensorial properties of kombucha. *Food Sci Nutr.* 2018;6(8):2568-2577.
14. Zubaidah E, Nisak YK, Susanti I, Widyaningsih TD, Srianta I, Tewfik I. Turmeric Kombucha as effective immunomodulator in *Salmonella typhi*-infected experimental animals. *Biocatal Agric Biotechnol.* 2021;37.
15. Lalong PRF, Zubaidah E, Martati E. In vivo evaluation of faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br) stem bark kombucha as hyperglycemia and therapeutic agent. *E3S Web of Conferences.* 2022;344:02002.
16. Wu X, Zhang Y, Zhang B, et al. Dynamic Changes in Microbial Communities, Physicochemical Properties, and Flavor of Kombucha Made from Fu-Brick Tea. *Foods.* 2023;12(23).
17. Battikh H, Chaieb K, Bakhrouf A, Ammar E. Antibacterial and antifungal activities of black and green kombucha teas. *J Food Biochem.* 2013;37(2):231-236.
18. De Filippis F, Troise AD, Vitaglione P, Ercolini D. Different temperatures select distinctive acetic acid bacteria species and promotes organic acids production during Kombucha tea fermentation. *Food Microbiol.* 2018;73:11-16.
19. Lalong PRF, Laynurak YM, Taek MM. Potensi Aktivitas Antibakteri Kombucha Kulit Batang Faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br.) dari Pulau Timor. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian.* 2023;12(2):90-97.
20. Lalong PRF, Zubaidah E, Martati E. Karakteristik kimia dan potensi antioksidan dari kombucha berbahan kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br). *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian.* 2022;13(1):134-143.
21. Sinamo KN, Ginting S, Pratama S. Effect of sugar concentration and fermentation time on secang kombucha drink. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* Vol 977. Institute of Physics; 2022.
22. Islam MK, Khan MZH, Sarkar MAR, Absar N, Sarkar SK. Changes in acidity, TSS, and sugar content at different storage periods of the postharvest mango (*Mangifera indica* L.) influenced by Bavistin DF. *Int J Food Sci.* 2013;2013.
23. Puspaningrum DHD, Sumadewi NLU, Sari NKY. Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Selama Fermentasi Kombucha Cascara Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Desa Catur Kabupaten Bangli. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains.* 2022;5(2):44-51.
24. Rihibiha, Davidson Rihibiha D, Herawati E, Sri Rizqiyah Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan N, Jenderal Achmad Yani U. Total bakteri asam laktat (bal) pada kombucha cascara dalam berbagai konsentrasi pemanis stevia. *Jurnal Kesehatan Kartika.* 17(3):2022.
25. Fatkhul Mubin M, Zubaidah E. Study of Making Palm (*Borassus Flabellifer* L.) Sap Kefir (Palm Dilution and Incubation Methods Effect). Vol 4.; 2016.
26. Pontoh J. Penentuan kandungan sukrosa pada gula aren dengan metode enzimatik. *Chemistry Progress.* 2019;6(1).
27. Siswadi DHS, Grace SS, Heny R. The potency of faloak's (*Sterculia quadrifida* R. Br 1844) active compounds as natural remedy. *Kupang Forest Research Institute.* 2013;(January 2020).
28. Liu L, Zhang R, Deng Y, Zhang Y, Xiao J, Huang F, Wen W, Zhang M. Fermentation and complex enzyme hydrolysis enhance total phenolics and antioxidant activity of aqueous solution from rice bran pretreated by steaming with α -amylase. *Food Chem.* 2017;221:636-643.
29. Pihurov M, Păcularu-Burada B, Cotârleț M, Bahrim GE. Tailoring the Optimized Fermentation Conditions

- of SCOBY-Based Membranes and Milk Kefir Grains to Promote Various Functional Properties. *Foods*. 2022;11(19).
30. Yuniarti R, Nadia S, Alamanda A, Zubir M, Syahputra RA, Nizam M. Characterization, Phytochemical Screenings and Antioxidant Activity Test of Kratom Leaf Ethanol Extract (*Mitragyna speciosa* Korth) Using DPPH Method. In: *Journal of Physics: Conference Series*. Vol 1462. Institute of Physics Publishing; 2020.
31. Zeb A. Concept, mechanism, and applications of phenolic antioxidants in foods. *J Food Biochem*. 2020;44(9).
32. Lee CY, Sharma A, Semanya J, Anamoah C, Chapman KN, Barone V. Computational study of ortho-substituent effects on antioxidant activities of phenolic dendritic antioxidants. *Antioxidants*. 2020;9(3).
33. Perron NR, Brumaghim JL. A review of the antioxidant mechanisms of polyphenol compounds related to iron binding. *Cell Biochem Biophys*. 2009;53(2):75-100.