

**PENGARUH KONSENTRASI GULA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL
SCOBY PADA FERMENTASI TEH KOMBUCHA**

**THE EFFECT OF SUGAR CONCENTRATION ON THE GROWTH AND YIELD OF
SCOBY IN KOMBUCHA TEA FERMENTATION**

Melani Syafa'atul Aulia^{1*}, Agus Sugianto¹, Anis Sholihah¹

¹Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang
Jalan MT. Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

*Korespondensi: 22201031023@unisma.ac.id

Abstract

This study aimed to determine the effect of sugar concentration on the growth and yield of SCOBY in kombucha tea fermentation. The research was conducted at the Integrated Laboratory of Universitas Islam Malang in June 2025 using a Completely Randomized Design (CRD) with a single factor of sugar concentration consisting of five levels (G1 = 25, G2 = 50, G3 = 75, G4 = 100, dan G5 = 125 g/L) with five replications, resulting in 25 experimental units. The observed parameters included SCOBY nata thickness, post-harvest nata weight, sugar content (°Brix), and organoleptic properties of aroma and taste. Numerical data were analyzed using ANOVA followed by LSD 5%, while organoleptic data were tested using Kruskal-Wallis with Chi-Square at α 5%. The results showed that sugar concentration had a significant effect ($p < 0.05$) on all observed parameters. The highest nata thickness at 25 DAI was achieved by G5 (125 g/L) at 1.70 cm, while the highest nata weight was obtained by G4 (100 g/L) at 62.78 g. The highest fermentation efficiency was demonstrated by G1 with the lowest residual sugar content of 0.24 °Brix, whereas G5 retained the highest residual sugar due to osmotic pressure inhibiting microbial activity. Organoleptically, G4 produced the most preferred aroma with a slightly liked category, while a mildly sour taste was the most accepted category among panelists. A sugar concentration of 100 g/L was identified as the optimal concentration that produced the best balance between SCOBY biomass growth and kombucha tea fermentation quality.

Keywords: Fermentation, kombucha, SCOBY, sugar concentration.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi gula terhadap pertumbuhan dan hasil SCOBY pada fermentasi teh kombucha. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Malang pada Juni 2025 menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu konsentrasi gula yang terdiri atas lima taraf (G1 = 25, G2 = 50, G3 = 75, G4 = 100, dan G5 = 125 g/L) dengan lima ulangan sehingga diperoleh 25 satuan percobaan. Parameter yang diamati meliputi ketebalan nata SCOBY, berat nata pascapanen, kandungan gula (°Brix), serta organoleptik aroma dan rasa. Data numerik dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut BNT 5%, sedangkan data organoleptik diuji menggunakan Kruskal-Wallis dengan Chi-Kuadrat pada α 5%. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi gula berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap seluruh parameter yang diamati. Ketebalan nata tertinggi pada 25 HSI dicapai oleh G5 (125 g/L)

sebesar 1,70 cm, sedangkan berat nata tertinggi diperoleh pada G4 (100 g/L) sebesar 62,78 gram. Efisiensi fermentasi tertinggi ditunjukkan oleh G1 dengan kandungan gula sisa terendah sebesar 0,24 °Brix, sementara G5 menyisakan gula terbanyak akibat tekanan osmotik yang menghambat aktivitas mikroba. Secara organoleptik, G4 menghasilkan aroma paling disukai dengan kategori agak suka, sedangkan rasa asam ringan menjadi kategori yang paling diterima panelis. Konsentrasi gula 100 g/L merupakan konsentrasi optimal yang menghasilkan keseimbangan terbaik antara pertumbuhan biomassa SCOBY dan kualitas fermentasi teh kombucha.

Kata kunci : Fermentasi, kombucha, konsentrasi gula, SCOBY.

PENDAHULUAN

Minuman fermentasi alami telah menarik perhatian luas di masyarakat karena kandungan probiotik dan senyawa bioaktifnya yang bermanfaat bagi kesehatan. Kombucha merupakan salah satu produk minuman fermentasi yang populer di kalangan masyarakat. Minuman ini diproduksi melalui proses fermentasi larutan teh dan gula menggunakan kultur campuran bakteri dan khamir yang bersimbiosis, yang dikenal dengan istilah SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) (Kitwetcharoen *et al.*, 2023). Kombucha tidak hanya populer karena cita rasanya yang unik, tetapi juga mengandung asam organik, dan vitamin (Suhardini dan Zubaidah, 2016), asam amino, dan polifenol yang berkontribusi pada potensi manfaat kesehatan, termasuk efek antioksidan (Rigano *et al.*, 2022) dan peningkatan kekebalan tubuh (Mousavi *et al.*, 2020).

Fermentasi kombucha berlangsung dalam dua tahap penting, yaitu perubahan gula menjadi etanol dan CO₂ oleh khamir, lalu oksidasi etanol menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat (Yuliana dan Permana, 2022). Selama proses ini terbentuk lapisan selulosa tebal di permukaan cairan yang disebut SCOBY, yang berfungsi sebagai pelindung permukaan, tempat tumbuhnya koloni mikroba, serta indikator keberhasilan fermentasi (Silva *et al.*, 2023). Proses fermentasi kombucha, khususnya pertumbuhan dan hasil SCOBY, dipengaruhi

oleh berbagai faktor termasuk konsentrasi gula (Puspaningrum *et al.*, 2022).

Gula berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi mikroba di dalam SCOBY. Variasi konsentrasi gula dapat mempengaruhi laju metabolisme mikroba dan pembentukan biomassa SCOBY. Jika konsentrasi gula terlalu rendah, aktivitas mikroba dapat menurun karena keterbatasan substrat. Sebaliknya, kadar gula yang terlalu tinggi dapat menimbulkan tekanan osmotik yang menghambat pertumbuhan (Sugianto and Sholihah, 2026).

Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi kombucha telah dikaji dalam berbagai penelitian sebelumnya. Pengaruh konsentrasi gula terhadap teh kombucha telah dikaji oleh (Gustishio dkk., 2023), sedangkan penelitian lain lebih berkonsentrasi pada faktor berbeda seperti lama fermentasi (Akbar *et al.*, 2023), jenis teh, dan suhu fermentasi (De Filippis *et al.*, 2018). Selain itu, sebagian besar penelitian tersebut cenderung menekankan parameter kualitas minuman (pH, rasa, aroma, dan warna), sementara pengaruh konsentrasi gula pada aspek pertumbuhan dan hasil SCOBY masih terbatas. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi gula terhadap pertumbuhan dan hasil SCOBY pada fermentasi teh kombucha, sehingga dapat diidentifikasi konsentrasi gula optimal yang menghasilkan SCOBY dengan biomassa maksimal dan kualitas fermentasi yang konsisten.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan selama ± 1 bulan, pelaksanaan fermentasi utama dilakukan pada 3-28 Juni 2025, di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Malang. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan satu faktor. Faktor utama adalah konsentrasi gula yang terdiri atas lima taraf, yaitu $G1 = 25$, $G2 = 50$, $G3 = 75$, $G4 = 100$, dan $G5 = 125$ g/L dan diulang lima kali sehingga terdapat 25 satuan percobaan.

Pembuatan substrat fermentasi SCOBY dilakukan per konsentrasi dengan menyiapkan 1 liter air, dipanaskan hingga mendidih, ditambahkan teh hitam (10 g/L) dan gula pasir sesuai perlakuan (25, 50, 75, 100, dan 125 g/L), diaduk hingga larut, lalu didinginkan hingga suhu ruang (25-30°C). Larutan dituang ke dalam botol steril (150 mL/botol), ditambah 5-7 tetes cuka, diinokulasi bibit induk SCOBY dalam Laminar Air Flow Cabinet (LAF), ditutup tisu dapur, dan difermentasi selama 25 hari. Parameter yang diamati meliputi ketebalan nata SCOBY, berat biomassa pascapanen, kandungan gula (°Brix), serta uji organoleptik aroma dan rasa yang dilakukan oleh lima panelis menggunakan skala hedonik 1-6 untuk menilai tingkat kesukaan aroma dan intensitas rasa pada (Tabel 1).

Tabel 1 Penilaian tingkat kesukaan terhadap rasa dan aroma menggunakan enam skala, yaitu:

Skala	Rasa	Aroma
1	Rasa Teh biasa	Sangat tidak suka
2	Dominan Manis	Tidak suka
3	Asam ringan	Agak tidak suka
4	Asam sedang atau netral	Agak suka
5	Asam kuat	Suka
6	Sangat asam (seperti cuka pekat)	Sangat suka

Keterangan: Skala 1-6 menunjukkan perubahan rasa dari teh biasa hingga sangat asam selama proses fermentasi. Sumber : Rosita *et al.*, (2021) dan Fajrin *et al.*, (2023)

Data numerik dianalisis menggunakan ANOVA 5%, dilanjutkan Uji BNT 5% apabila berbeda nyata. Kombinasi optimum ditentukan menggunakan analisis grafik optimum. Data organoleptik diuji menggunakan uji hedonik menggunakan rumus perhitungan Kruskal-Wallis dan dibandingkan dengan tabel Chi-Kuadrat 5% ($X^2 = 9,49$).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisis Tebal Nata SCOBY (cm)

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi gula berpengaruh nyata 5% terhadap ketebalan nata SCOBY. Hasil uji lanjut BNT 5% terhadap ketebalan nata SCOBY pada berbagai perlakuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-Rata Ketebalan Nata SCOBY (cm) Akibat Pengaruh Konsentrasi Gula pada Fermentasi Teh Kombucha

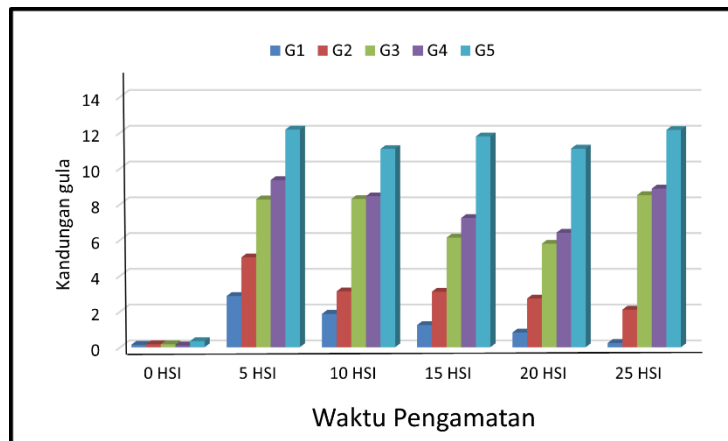
PERLAKUAN	5 HSI	10 HSI	15 HSI	20 HSI	25 HSI
G ₁	0.14 a	0.34	0.48 a	0.72 a	0.54 a
G ₂	0.16 a	0.48	1.10 b	1.40 b	0.86 ab
G ₃	0.16 a	0.34	0.58 a	0.92 a	1.12 b
G ₄	0.10 a	0.24	0.36 a	0.56 a	1.22 bc
G ₅	0.34 b	0.48	0.80 ab	0.96 ab	1.70 c
BNT 5%	0.15	TN	0.44	0.45	0.54

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%, TN: tidak nyata, HSI : Hari setelah inokulasi.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT 5% pada Tabel 1 ketebalan nata mengalami peningkatan seiring berjalannya waktu fermentasi pada seluruh perlakuan. Pada 25 HSI, perlakuan G₅ (125 g/L) mencatat ketebalan tertinggi yakni 1,70 cm, sementara G₁ (25 g/L) menghasilkan ketebalan paling rendah sebesar 0,54 cm. Proses pembentukan nata terjadi melalui biosintesis selulosa oleh *Komagataeibacter xylinus* yang terdapat dalam SCOBY, di mana bakteri tersebut menggunakan gula sebagai bahan dasar untuk membentuk polimer selulosa (Ummyati *et al.*, 2024). Ketersediaan substrat gula menjadi penentu utama seberapa aktif bakteri dalam menghasilkan lapisan selulosa, sehingga konsentrasi gula yang lebih tinggi cenderung mendukung pembentukan nata yang lebih tebal (Chin dan Talib, 2024). Lamanya waktu fermentasi turut berkontribusi terhadap akumulasi lapisan selulosa yang terbentuk (Dina, 2024). Tingginya ketebalan pada G₅ mengindikasikan bahwa substrat yang melimpah mampu mendorong aktivitas bakteri secara lebih optimal, sedangkan rendahnya ketebalan pada G₁ diduga akibat keterbatasan substrat yang membatasi kemampuan bakteri dalam memproduksi selulosa. Meskipun demikian, peningkatan ketebalan nata tidak selalu berbanding lurus dengan konsentrasi gula, diduga karena pada konsentrasi tinggi mulai terjadi hambatan terhadap aktivitas bakteri.

3.2 Hasil Analisis Kandungan Gula Hasil Fermentasi ($^{\circ}\text{Brix}$)

Kandungan gula dalam larutan fermentasi kombucha mengalami perubahan selama proses fermentasi berlangsung. Pola penurunan kandungan gula pada masing-masing perlakuan dengan variasi konsentrasi gula awal disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Kandungan Gula ($^{\circ}\text{Brix}$) pada Berbagai Konsentrasi Gula Selama 0-25 HSI.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT 5%, kandungan gula awal (0 HSI) pada seluruh perlakuan menunjukkan nilai yang bervariasi sesuai konsentrasi gula yang ditambahkan pada awal fermentasi. Kondisi ini mencerminkan bahwa pada awal fermentasi, mikroba masih dalam fase adaptasi (lag phase) sehingga belum terjadi penurunan gula yang signifikan. Perbedaan nyata antar perlakuan mulai terlihat pada 5 HSI, dimana rentang nilai $^{\circ}\text{Brix}$ berkisar antara 2,86 (G1) hingga 12,16 (G5). Hal ini menunjukkan bahwa laju konsumsi gula oleh mikroba dalam SCOBY sangat dipengaruhi oleh konsentrasi substrat awal. Perlakuan G1 (25 g/L) menunjukkan penurunan yang paling tajam sejak awal fermentasi, sedangkan G5 (125 g/L) mempertahankan kandungan gula yang jauh lebih tinggi sepanjang periode pengamatan.

Penurunan kandungan gula selama fermentasi terjadi akibat aktivitas metabolisme mikroba dalam SCOBY. Sukrosa dipecah menjadi glukosa dan fruktosa, kemudian dioksidasi menjadi etanol, asam organik, dan senyawa metabolit lainnya (Silaban, 2005). Selain itu, *Komagataeibacter xylinus* juga mengonversi sebagian glukosa menjadi asam glukonat sebagai produk sampingan fermentasi (Puspaningrum *et al.*, 2022). Pola penurunan kandungan gula pada masing-masing perlakuan selama 0-25 HSI disajikan pada Gambar 2.

Pola penurunan gula yang tidak seragam antar perlakuan mencerminkan pengaruh konsentrasi substrat terhadap efisiensi fermentasi. Pada G1, keterbatasan substrat justru memungkinkan seluruh gula terfermentasi secara hampir sempurna. Sebaliknya, tingginya sisa gula pada G5 diduga disebabkan oleh tekanan osmotik akibat konsentrasi gula yang berlebih, sehingga aktivitas mikroba terhambat dan substrat tidak dapat dimanfaatkan secara optimal (Sugianto dan Sholihah, 2026).

3.3 Hasil Analisis Berat Nata SCOBY

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi gula berpengaruh nyata 5% terhadap berat nata SCOBY. Hasil uji lanjut BNT 5% terhadap berat nata SCOBY pada berbagai perlakuan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3 Rata-Rata Berat Nata SCOBY (gram) Akibat Pengaruh Konsentrasi Gula pada Fermentasi Teh Kombucha

PERLAKUAN	25 HSI
G1	46.92 ab
G2	57.92 b
G3	32.66 a
G4	62.78 b
G5	38.92 a
BNT 5%	17.95

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%, HSI : Hari setelah inokulasi.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT 5% pada Tabel 4, perlakuan G4 (100 g/L) menghasilkan berat nata tertinggi sebesar 62,78 gram dan berbeda nyata dengan G3 (32,66 gram) serta G5 (38,92 gram), namun tidak berbeda nyata dengan G1 (46,92 gram) dan G2 (57,92 gram). Berat nata ditentukan oleh ketebalan dan densitas selulosa yang terbentuk selama fermentasi, di mana gula berperan sebagai sumber karbon utama bagi *Komagataeibacter xylinus* dalam mensintesis selulosa (Pratiwi dan Aryawati, 2012).

Tingginya berat pada G4 diduga karena rasio karbon dan nitrogen pada konsentrasi tersebut berada dalam kondisi yang seimbang sehingga mendukung aktivitas bakteri secara optimal, sementara pada G5 kelebihan sumber karbon tanpa diimbangi nitrogen yang cukup justru menghambat sintesis selulosa (Fadilah *et al.*, 2021). Sebaliknya, rendahnya berat nata pada G3 dan G5 sejalan dengan temuan pada parameter sebelumnya, bahwa konsentrasi gula yang tidak seimbang dengan kondisi fermentasi dapat menurunkan efisiensi produksi selulosa (Sugianto dan Sholihah, 2026).

3.4 Hasil Analisis Uji Chi-Kuadrat Terhadap Aroma dan Rasa Kombucha

Hasil uji Chi-Kuadrat terhadap aroma dan rasa kombucha pada berbagai konsentrasi gula disajikan pada Tabel 4. Secara umum, sebagian besar perlakuan menunjukkan nilai Chi-Kuadrat hitung yang melebihi Chi-Tabel (9,49), yang mengindikasikan bahwa panelis memberikan penilaian yang tidak seragam terhadap aroma dan rasa kombucha pada berbagai konsentrasi gula. Pada parameter aroma, perlakuan G4 (100 g/L) pada beberapa ulangan menunjukkan nilai signifikan, dengan kategori aroma agak suka sebagai yang paling disukai panelis.

Perubahan aroma selama fermentasi terjadi akibat terbentuknya senyawa volatil khas yang menghasilkan aroma asam (Wistiana dan Zubaidah, 2015). Namun, dominasi aroma

asam yang terlalu kuat cenderung menurunkan tingkat kesukaan panelis, sehingga konsentrasi gula yang menghasilkan fermentasi moderat lebih diterima secara organoleptik (Rosita *et al.*, 2021).

Tabel 4 Hasil Analisis Uji Chi-Kuadrat Terhadap Aroma dan Rasa Kombucha

Perlakuan	Ulangan	Aroma	Rasa
G1	U1	15.63*	18.30*
	U2	8.71 ns	17.54*
	U3	3.14 ns	15.47*
	U4	12.68*	15.54*
	U5	16.58*	18.28*
G2	U1	17.81*	17.95*
	U2	7.10 ns	18.09*
	U3	11.52*	19.43*
	U4	11.46*	18.71*
	U5	13.89*	19.43*
G3	U1	16.42*	19.25*
	U2	16.73*	19.43*
	U3	11.11*	19.35*
	U4	12.98*	18.30*
	U5	6.69 ns	16.05*
G4	U1	6.04 ns	19.43*
	U2	18.30*	21.45*
	U3	11.38*	19.43*
	U4	22.81*	19.43*
	U5	15.51*	18.48*
G5	U1	15.47*	19.43*
	U2	7.61 ns	19.43*
	U3	14.43*	19.43*
	U4	9.51*	8.20 ns
	U5	1.63 ns	16.05*
Chi-Tabel		9,49	9,49

Keterangan: Angka-angka yang didampangi * menunjukkan signifikan pada uji t berpasangan, ns: non signifikan.

Pada parameter rasa, hampir seluruh perlakuan menunjukkan nilai Chi-Kuadrat yang signifikan, kecuali beberapa ulangan pada G5 yang tidak berbeda nyata. Rasa asam ringan menjadi kategori yang paling disukai panelis. Selama fermentasi, sukrosa diuraikan oleh mikroba menjadi asam organik sehingga rasa manis awal teh secara bertahap bergeser menjadi rasa asam (Puspitasari dan Marlina, 2024). Konsentrasi gula yang terlalu tinggi cenderung menghasilkan rasa yang terlalu asam akibat akumulasi asam organik berlebih, sementara konsentrasi yang terlalu rendah menghasilkan rasa yang kurang kompleks. Hal ini

sesuai dengan preferensi konsumen Indonesia yang umumnya lebih menyukai rasa asam ringan pada produk fermentasi (Rosita *et al.*, 2021).

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi gula berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil SCOBY pada fermentasi teh kombucha. Ketebalan nata tertinggi pada 25 HSI dicapai oleh G5 (125 g/L) sebesar 1,70 cm, sedangkan berat nata tertinggi diperoleh pada G4 (100 g/L) sebesar 62,78 gram. Kandungan gula sisa paling rendah terdapat pada G1 (25 g/L) sebesar 0,24 °Brix, menunjukkan efisiensi fermentasi tertinggi, sementara G5 menisakan gula terbanyak akibat tekanan osmotik yang menghambat aktivitas mikroba. Secara organoleptik, aroma paling disukai dicapai pada G4 dengan kategori agak suka, sedangkan rasa asam ringan menjadi kategori yang paling diterima panelis. Berdasarkan keseluruhan parameter, konsentrasi gula 100 g/L (G4) merupakan konsentrasi yang paling optimal dalam mendukung pertumbuhan dan hasil SCOBY pada fermentasi teh kombucha.

Saran penelitian lanjutan disarankan menambahkan parameter pengukuran yang lebih lengkap, seperti jumlah panelis agar lebih akurat, pH, total asam, kandungan etanol/asam organik, serta jumlah mikroba, agar mekanisme pengaruh gula terhadap proses fermentasi dapat dijelaskan lebih kuat. Untuk memperoleh keseimbangan aroma dan rasa kombucha, disarankan melakukan pengaturan lama fermentasi serta proporsi konsentrasi gula secara tepat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. H. Agus Sugianto, ST., MP dan Prof. Dr. Ir. Anis Sholihah, MP yang telah memberikan nasihat, arahan dan bimbingan

selama pelaksanaan penelitian ini. Kepada kedua orang tua, keluarga dan teman seperjuangan yang banyak memberikan dorongan yang tulus dan doa terbaik, penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M.A., Mardiah, K., Pandia, E.S., 2023. Jurnal Biologi Tropis Pengaruh lama fermentasi terhadap uji organoleptik teh kombucha.
- Chin, N.L., Talib, R.A., 2024. Modelling pH Dynamics, SCOBY biomass formation, and acetic acid production of kombucha fermentation using black, green, and oolong teas.
- De Filippis, F., Troise, A.D., Vitaglione, P., Ercolini, D., 2018. Different temperatures select distinctive acetic acid bacteria species and promotes organic acids production during kombucha tea fermentation. *food microbiol.* 73, 11–16.
- Fajrin, F., Rosada, A., Agustina, E., Faizah, H., 2023. Pengaruh konsentrasi gula terhadap karakteristik fisika , kimia dan aktivitas antioksidan teh kombucha daun belimbing wuluh (*avverhoa bilimbi linn .*) 16, 27–34.
- Gustishio, A., Sahidu, A.M., Saputra, E., Sahidu, A.M., Kelautan, D., 2023. Pengaruh konsentrasi gula terhadap karakteristik fisika kimia teh kombucha rumput laut (*gracilaria verrucosa*) effect of sugar concentration on physical and chemical characteristics of kombucha seaweed (*gracilaria verrucosa*).
- Kitwetcharoen, H., Phung, L.T., Klanrit, P., Thanonkeo, S., Tippayawat, P., Yamada, M., Thanonkeo, P., 2023. Kombucha healthy drink recent advances in production, chemical composition and health benefits. *fermentation* 9, 48.
- Mousavi, S.M., Hashemi, S.A., Zarei, M., Gholami, A., Lai, C.W., Chiang, W.H., Omidifar, N., Bahrani, S., Mazraedoost, S., 2020. Recent progress in chemical composition, production, and pharmaceutical effects of kombucha beverage: a complementary and alternative medicine. *evidence-based complement. altern. med.* 2020.
- Puspaningrum, D.H.D., Sumadewi, N.L.U., Sari, N.K.Y., 2022. Chemical characteristics and antioxidant activity during the fermentation of kombucha from arabica coffee cascara (*coffea arabica l.*) in catur village, bangli regency. *j. sains dan edukasi sains* 5, 44–51.
- Puspitasari, B., Marlina, L., 2024. Variasi waktu lama fermentasi dan konsentrasi gula terhadap karakteristik hand sanitizer kombucha bunga telang 9, 332–338.
- Rigano, D., Bontempo, P., Jakubczyk, K., Kupnicka, P., Melkis, K., Mielczarek, O.,

- Walczyńska, J., Walczyńska, W., Chlubek, D., Janda-Milczarek, K., 2022. Effects of fermentation time and type of tea on the content of micronutrients in kombucha fermented tea. *nutrients* 14, 4828.
- Rosita, Handito, D., Amaro, M., 2021. Effect of SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) starter concentration on the chemical, microbiological and organoleptic quality of apple cider kombucha. *j. ilmu dan teknol. pangan* 7, 12-22.
- Silva, P.J., Cazarim, H.R.M., Tomazini, J.F., Giuliangeli, V.C., Calliari, C.M., Marestoni, L.D., Shirai, M.A., 2023. Celulose bacteriana de cultura simbiótica de bactérias e leveduras (scooby). *ciência e tecnol. aliment. o avanço da ciência no bras. - vol. 4* 64-75.
- Sugianto, A., Sholihah, A., 2026. Effect of sugar and tea concentration on the yield and quality of kombucha tea drinks with scoby fermentation 0, 1–6.
- Suhardini, P.N., Zubaidah, E., 2016. Studi aktivitas antioksidan kombucha dari berbagai jenis daun selama fermentasi study of antioxidant activity on various kombucha leaves during fermentation. *j. pangan dan agroindustri* 4, 221–229.
- Ummiyati, A., Kustyawati, M.E., Satyajaya, W., 2024. Kajian nata de ocha sebagai konsumsi pangan : efek penambahan gula dan lama fermentasi terhadap 3, 134–148.
- Wistiana, D., Zubaidah, E., 2015. Berbagai daun tinggi fenol selama fermentasi chemical and microbiological characteristics of kombucha from various high leaf phenols during fermentation 3, 1446–1457.
- Yuliana, E., Permana, A.H., 2022. Isolation and characterization of microorganisms from SCOBY (*symbiotic culture of bacteria and yeast*) during kombucha fermentation. *war. akab* 46.