



Pengaruh Penambahan *Spirulina platensis* Terhadap Sifat Kimia dan Mikrobiologi Teh Kombucha

Erwin Nofiyanto¹, Zulhaq Dahri Siqhny¹, Ika Fitriana¹.

¹ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Semarang, Indonesia

DOI : [10.26623/jtphp.v21i1.14304](https://doi.org/10.26623/jtphp.v21i1.14304)

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Disubmit 20 April 2025
Direvisi 20 Februari 2026
Disetujui 27 Februari 2026

Keywords:
Spirulina platensis;
kombucha tea; functional
beverages; consumer
preference.

Abstrak

Spirulina platensis dikenal memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, termasuk protein, asam amino esensial, dan antioksidan, sehingga berpotensi meningkatkan nilai gizi dan stabilitas produk fermentasi seperti kombucha. Kombucha merupakan minuman fermentasi berbasis teh yang mengandung berbagai senyawa bioaktif, dihasilkan melalui simbiosis antara bakteri asam laktat dan ragi yang dikenal SCOBY. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan *S. platensis* terhadap karakteristik kimia dan mikrobiologi teh kombucha. Metode Penelitian menggunakan Rancangan Percobaan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, dengan perlakuan yaitu penambahan konsentrasi *S. platensis* (0, 0.5, 1.0, 1.5, dan 2 g/L) pada teh kombucha. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Dengan parameter yang diuji kandungan protein, aktivitas antioksidan, total fenolik, asam tertitiasi, BAL dan organoleptik (rasa, aroma, dan warna). Hasil penelitian teh kombucha dengan penambahan *S. platensis* 1 g/L merupakan perlakuan terbaik secara kimia, mikrobiologi dengan protein 0,26%, aktivitas antioksidan 41,23%, total fenol 22,98%, asam tertitiasi 0,27%, bakteri asam laktat $1,65 \times 10^7$ CFU/mL dan disukai panelis secara sensoris. Aktivitas antioksidan dan total fenol cenderung menurun karena senyawa bioaktif dalam *S. platensis* relatif sensitif terhadap kondisi lingkungan selama proses pengolahan dan fermentasi.

Abstract

Spirulina platensis is recognized for its high nutritional content, including protein, essential amino acids, and antioxidants, thereby possessing the potential to enhance the nutritional value and stability of fermented products such as kombucha. Kombucha is a tea-based fermented drink that contains various bioactive compounds, produced through symbiosis between lactic acid bacteria and yeast collectively known as SCOBY. This study aims to examine the impact of incorporating *S. platensis* on the chemical and microbiological characteristics of kombucha tea. The research employed an Experimental Design, specifically a Completely Randomized Design (CRD) with one factor, involving the treatment of adding varying concentrations of *S. platensis* (0, 0.5, 1.0, 1.5, and 2 g/L) to kombucha tea. Each treatment was repeated 3 times. The parameters assessed included protein content, antioxidant activity, Total Phenolic, Titratable Acid, LAB and organoleptics (taste, aroma, and color). The findings indicated that kombucha tea with the addition of 1 g/L *S. platensis* exhibited the most favorable chemical and microbiological characteristics, with 0.26% protein, 41.23% antioxidant activity, 22.98% total phenolic content, 0.27% titratable acidity, 1.65×10^7 CFU/mL lactic acid bacteria, and positive sensory evaluations by panelists. Antioxidant activity and total phenols tend to decrease because the bioactive compounds in *S. platensis* are relatively sensitive to environmental conditions during processing and fermentation.

PENDAHULUAN

Di era modern, makanan tidak hanya menjadi sumber energi dan nutrisi, tetapi juga dapat mendukung sistem kekebalan tubuh dan meningkatkan sistem antibodi jika terjadi kekurangan nutrisi. Kesadaran masyarakat terhadap pola hidup sehat berakibat membatasi masyarakat dalam hal konsumsi. Makanan tidak hanya membuat anda merasa kenyang, tetapi juga meningkatkan kesehatan dan pencegahan penyakit (Annunziata & Pascale, 2011). Saat ini, permintaan konsumen terhadap makanan fungsional meningkat pesat. Mayoritas konsumen meyakini bahwa makanan yang mereka konsumsi dapat memberikan manfaat positif bagi kesehatan (Widyaningsih et al., 2017).

Spirulina platensis merupakan spesies *cyanobacteria*, yang mengandung senyawa-senyawa dengan nilai gizi yang sangat baik. *S. platensis* mengandung sekitar 65-70% protein (berat kering) yang lebih tinggi daripada makanan alami lainnya, dan dianggap sebagai sumber protein yang baik untuk dikonsumsi manusia (Ekantari et al., 2017). Protein *S. platensis* mudah dicerna dan dianggap lebih sesuai untuk anak-anak yang kekurangan gizi (Syaichurrozi & Jayanudin, 2017). *S. platensis* selain berprotein tinggi, juga memiliki vitamin A, C dan E, kalsium, mangan, magnesium, natrium, kalium, fosfor dan asam amino esensial dan senyawa-senyawa bioaktif seperti pigmen (fikosianin, klorofil, dan karotenoid) (Michalak et al., 2017).

Senyawa *S. platensis* telah terbukti memberikan efek yang meningkatkan kesehatan seperti antioksidan dan anti-inflamasi (Andrade et al., 2019; Bezerra et al., 2019; De Jesus et al., 2018; Wells et al., 2017). Pengenalan *S. platensis* dalam produk makanan menghadapi tantangan, termasuk resistensi dari masyarakat karena rasa dan aroma *S. platensis* yang dianggap kurang enak oleh sebagian orang, yang disebabkan oleh rasa rumput laut agak pahit akan tetapi juga memiliki rasa khas yang agak gurih (Pratama et al., 2022). Produk teh kombucha fermentasi memiliki rasa yang unik agak asam, yang tercipta melalui proses fermentasi teh, gula, dan berbagai kultur bakteri yang disebut *SCOBY* (*symbiotic culture of bacteria and yeast*) (Kaewkod et al., 2019). Dengan demikian, dapat dikombinasikan dengan *S. platensis*. Teh kombucha merupakan minuman yang diketahui memiliki sifat antioksidan karena adanya fenol bebas yang dihasilkan selama proses fermentasi (Suhardini & Zubaidah, 2016). Beberapa penelitian telah menilai manfaat *S. platensis*, yang dapat digunakan sebagai sumber makanan dalam bentuk bubuk atau dalam kombinasi dengan makanan lain seperti sup, pasta, minuman instan, biskuit marshmallow dan minuman jelly (Saputra et al., 2014). Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis penambahan *Spirulina platensis* terhadap karakteristik fisikokimia dan mikrobiologi teh kombucha

METODE

Rancangan Percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, dengan perlakuan yaitu penambahan konsentrasi *S. platensis* (0, 0.5, 1.0, 1.5, dan 2 g/L) pada teh kombucha. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Semua data dianalisis menggunakan analysis of variance (ANOVA) dan jika ada pengaruh maka dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT).

Tabel 1. Formulasi teh kombucha dengan penambahan *S. platensis*

Formulasi	<i>S. platensis</i>	Teh Hitam 0,5% (b/v)	Gula (Sugar) 10% (b/v)	Starter kombucha (10% b/v)
1	0	10 g	200 g	200 mL
2	0,5	10 g	200 g	200 mL
3	1	10 g	200 g	200 mL
4	1,5	10 g	200 g	200 mL

Sumber: (Villarreal-Soto et al., 2018)

Pembuatan Teh Kombucha

Pembuatan teh kombucha mengacu pada metode (Villarreal-Soto et al., 2018). Dalam pembuatan kombucha, daun teh hitam ditimbang dengan variasi konsentrasi yaitu 0,5% (b/v). Daun teh kemudian

diseduh dan ditambahkan gula pasir sebanyak 10% (b/v). Selanjutnya, seduhan teh hitam didinginkan hingga mencapai suhu 25 ± 2 °C. Starter kombucha berupa SCOBY yang mengandung bakteri asam asetat, yeast, dan bakteri asam laktat, ditambahkan ke dalam seduhan teh hitam yang sudah dingin sebanyak 10% (v/v) kemudian ditutup dengan serbet dan diletakkan pada ruangan yang tidak terkena sinar matahari secara langsung dan dalam suhu ruang (25 ± 2 °C) selama 10 hari. Pengambilan sampel untuk analisa dilakukan pada inkubasi hari ke-10.

Analisis Kimia

Analisis yang dilakukan adalah pengujian kadar protein (AOAC, 2012), antioksidan DPPH (Gulcin, 2020), total fenol (modifikasi (Rosyada et al., 2023), asam tertitrasi (metode titrasi (Sudarmadji & Haryono, 2007).

Analisis Mikrobiologi

Analisis yang dilakukan adalah pengujian Total Bakteri Asam Laktat (BAL) dengan menggunakan metode Total Plate Count (TPC), sampel kombucha diambil sebanyak 1 mL selanjutnya dimasukkan ke dalam 9 mL larutan pepton steril dan diencerkan menjadi 104. Pada 3 pengenceran terakhir diinokulasikan sebanyak 1000 μ L pada media MRSA steril dengan metode pour plate dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C. Koloni yang terbentuk dihitung menggunakan colony counter (Wang et al., 2016).

Analisis Sensori

Analisis sensori menggunakan uji kesukaan (hedonik) dengan 25 panelis. Skala hedonik memiliki nilai antara 1-7 yaitu 1: sangat tidak suka, 2: tidak suka, 3: agak tidak suka, 4: netral, 5: agak suka, 6: suka, 7: sangat suka. Pengujian dilakukan dengan menuangkan sebanyak 3 sampel pada wadah yang telah diberi kode untuk menandai teh kombucha dari setiap perlakuan.

Analisis Statistik

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan sidik ragam (ANOVA). Apabila terdapat pengaruh antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan Uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) untuk mengetahui tingkat perbedaan antar perlakuan..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Dan Mikrobiologi Teh Kombucha

Karakteristik kimia dan mikrobiologi merupakan parameter yang sangat penting dalam pengujian teh kombucha karena berperan langsung dalam menentukan kualitas, keamanan dan stabilitas produk hasil fermentasi. Hasil analisis kimia meliputi kadar protein, antioksidan, total fenol, asam tertitrasi dan uji mikrobiologi yaitu Bakteri Asam Laktat (BAL) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik kimia dan mikrobiologi teh kombucha dengan penambahan *S.platensis*

Karakteristik Kimia	Formulasi Teh Kombucha Penambahan <i>S. platensis</i>				
	Formulasi 1	Formulasi 2	Formulasi 3	Formulasi 4	Formulasi 5
Kadar Protein (%)	0.26 $\pm$ 0.056 ^b	0.24 $\pm$ 0.003 ^a	0.26 $\pm$ 0.005 ^c	0.28 $\pm$ 0.004 ^d	0.29 $\pm$ 0.004 ^e
Antioksidan (%)	42.77 $\pm$ 0.68 ^d	42.31 $\pm$ 0.08 ^d	41.23 $\pm$ 0.19 ^c	38.85 $\pm$ 0.36 ^b	37.39 $\pm$ 0.06 ^a
Total fenol (%)	23.54 $\pm$ 0.07 ^b	23.32 $\pm$ 0.12 ^b	22.98 $\pm$ 0.58 ^b	21.45 $\pm$ 0.20 ^a	21.52 $\pm$ 1.04 ^a
Asam tertitrasi (%)	0.33 $\pm$ 0.01 ^c	0.32 $\pm$ 0.19 ^c	0.27 $\pm$ 0.01 ^b	0.23 $\pm$ 0.03 ^a	0.23 $\pm$ 0.02 ^a
Bakteri Asam Laktat (BAL) (10 ⁷ CFU/mL)	2.94 $\pm$ 2.07 ^{ab}	3.35 $\pm$ 1.27 ^b	1.65 $\pm$ 1.32 ^{ab}	0.63 $\pm$ 1.09 ^a	0.81 $\pm$ 0.70 ^a

Keterangan : superskrip yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

Protein

Protein merupakan komponen penting dalam formulasi produk pangan yang dapat mempengaruhi nilai gizi maupun sifat fungsionalnya dalam sistem pangan. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan formulasi teh kombucha dengan penambahan *S.platensis* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar protein. Kadar protein yang dihasilkan berkisar antara 0,24–0,29%. Hasil uji kadar protein

teh kombucha dapat dilihat pada Tabel 2. rata rata kadar protein mengalami kenaikan dari masing-masing perlakuan. Dapat dilihat bahwa kadar protein tertinggi yaitu sebesar 0,29%, sedangkan kadar protein terendah yaitu sebesar 0,26%. Hasil uji Duncan pada taraf 5% menunjukkan bahwa semua perlakuan berbeda nyata. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi penambahan *S.platensis* semakin tinggi kandungan proteinnya. Menurut Cho et al. (2020) *S.platensis* dapat dikatakan sebagai sumber protein karena mengandung lebih dari 50–70% protein pada berat keringnya dan menyediakan suplemen makanan yang cocok untuk pertumbuhan hormon anak. Penelitian ini didukung oleh Lucas et al. (2018) Penambahan *S.platensis* dapat meningkatkan protein, lipid dan mineral pada cookies. Kombucha adalah minuman fermentasi yang umumnya berbahan dasar teh dan gula, difermentasi oleh simbiotik bakteri dan ragi. Meskipun kombucha memiliki berbagai manfaat kesehatan, kandungan proteinnya relatif rendah. Dengan menambahkan *S. platensis*, kandungan protein dalam kombucha dapat ditingkatkan, sehingga meningkatkan nilai gizinya. Menurut Khalid, (2024) *S. platensis* dikenal memiliki kandungan protein tinggi mencapai 70 g/100 g berat kering yang melebihi kandungan protein pada daging dan kacang-kacangan. Penggunaan *S. platensis* dalam makanan dapat memenuhi kekurangan nutrisi salah satunya protein (Lupatini et al., 2017). Penambahan teh hijau dan 1 g bubuk *S. platensis* merupakan perlakuan terbaik dalam pembuatan “*Prot-Tea*” dengan total kandungan protein adalah 229,86 mg dalam 80 mL (Gopal & Govindaraj, 2024).

Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat atau menetralkan efek radikal bebas dalam tubuh. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan formulasi teh kombucha dengan penambahan *S.platensis* berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap antioksidan. Antioksidan yang dihasilkan berkisar antara 37,39–42,77%. Hasil uji antioksidan teh kombucha dapat dilihat pada Tabel 2. rata rata antioksidan teh kombucha mengalami penurunan dari masing masing perlakuan. Dapat dilihat bahwa antioksidan tertinggi yaitu sebesar 42,77%, sedangkan antioksidan terendah yaitu sebesar 37,39%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan *S. platensis* pada teh kombucha menurunkan aktivitas antioksidan. Penurunan ini diduga berkaitan dengan sifat senyawa bioaktif yang terkandung dalam *S. platensis* yang relatif sensitif terhadap kondisi lingkungan selama proses pengolahan dan fermentasi. Sifat sensitif senyawa bioaktif *S. platensis* terhadap kondisi lingkungan, seperti cahaya, pH, suhu, oksigen dan kelembaban, yang dapat menurunkan stabilitas dan aktivitas fungsionalnya (Mauliasari et al., 2019). Selain itu, proses fermentasi pada kombucha juga menghasilkan berbagai asam organik yang menyebabkan penurunan pH medium. Lingkungan yang semakin asam dapat memengaruhi stabilitas beberapa senyawa aktif yang terdapat dalam *S. platensis*, sehingga berpotensi menurunkan kemampuan antioksidan pada produk akhir. Ketidakstabilan antioksidan *S. Platensis* dilingkungan asam kombucha selama fermentasi pH turun drastis hingga 2,5-3,5 akibat produksi asam asetat, asam glukonat dan asam laktat sehingga pigmen utama antioksidan *C-phyococyanin* sangat tidak stabil pada pH rendah, strukturnya terdenaturasi dan aktivitas antioksidannya hilang (Chaiklahan et al., 2012).

Total Fenol

Total Fenol adalah hasil metabolit sekunder yang memiliki manfaat yang cukup luas. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan formulasi teh kombucha dengan penambahan *S.platensis* berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap total fenol. Total fenol yang dihasilkan berkisar antara 21,45–23,54%. Hasil uji total fenol teh kombucha dapat dilihat pada Tabel 2. rata rata total fenol mengalami penurunan dari masing masing perlakuan. Dapat dilihat bahwa total fenol terendah yaitu sebesar 21,52 mg/mL GAE, sedangkan total fenol tertinggi yaitu sebesar 23,54 mg/mL GAE. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa komposisi bahan dan kondisi fermentasi dapat memengaruhi kandungan senyawa fenolik pada produk kombucha.

Penurunan kadar total fenol ini diduga berkaitan dengan terjadinya degradasi atau transformasi senyawa fenolik selama proses fermentasi. Aktivitas mikroorganisme dalam kultur SCOBY dapat memanfaatkan sebagian senyawa fenolik sebagai substrat metabolisme atau mengubahnya menjadi bentuk senyawa lain yang lebih sederhana. Selain itu, kondisi lingkungan selama fermentasi seperti perubahan pH, suhu, serta paparan oksigen juga dapat memengaruhi stabilitas senyawa fenolik sehingga menyebabkan

penurunan kandungannya (Mauliasari et al., 2019). Beberapa komponen bioaktif dalam *S. platensis* berpotensi mengalami oksidasi atau degradasi selama proses fermentasi, sehingga dapat memengaruhi konsentrasi fenolik yang terukur pada produk akhir (Utomo et al., 2024). Penyebab paling mendasar secara kimia penambahan *S. platensis* menggantikan sebagian proporsi teh sebagai substrat, sehingga konsentrasi polifenol, flavonoid, dan tanin yang berasal dari teh hitam menjadi lebih rendah per satuan volume. Hal ini didukung oleh temuan bahwa total fenol menurun drastis dari 582,45 mg GAE/L menjadi 111,63 mg GAE/L ketika rasio spirulina meningkat dari 0% hingga 100% (Ozbek & Kınapcı.,2025).

Asam Titrasi

Asam titrasi adalah konsentrasi asam organik yang dihasilkan selama fermentasi, yang berkontribusi terhadap rasa asam khas kombucha. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan formulasi teh kombucha dengan penambahan *S. platensis* berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap asam titrasi. Asam titrasi yang dihasilkan berkisar antara 0,23–0,33%. Hasil uji asam titrasi teh kombucha dapat dilihat pada Tabel 2. rata rata asam titrasi teh kombucha mengalami penurunan dari masing masing perlakuan. Dapat dilihat bahwa asam titrasi tertinggi yaitu sebesar 0,33%, sedangkan Asam titrasi terendah yaitu sebesar 0,23%. Penelitian ini didukung (Nurhayati et al., 2020) kombucha *cascara* (kulit kopi ranum) masih memiliki total asam dalam batas aman yaitu 0,29%. Penambahan *S. platensis* pada teh kombucha mempengaruhi total asam titrasi (TAT), bahwa total asam erat hubungannya dengan pertumbuhan bakteri asam laktat. *S. platensis* mengandung senyawa aktif seperti fenolik (Afriliana et al., 2018). Senyawa aktif seperti fenolik memiliki sifat antibakteri dan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Ngajow et al., 2013). Asam titrasi pada teh kombucha menentukan cita rasa teh kombucha. Semakin tinggi tingkat keasaman yang dapat dititrasi, semakin rendah konsentrasi pH.

Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat dalam proses fermentasi teh kombucha memainkan peran penting untuk menghasilkan asam laktat yang memberikan sifat probiotik dan membantu menurunkan pH. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan formulasi teh kombucha dengan penambahan *S. platensis* berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap total bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat yang dihasilkan berkisar antara $0,81 \times 10^7$ – $2,94 \times 10^7$ CFU/mL. Hasil uji bakteri asam laktat teh kombucha dapat dilihat pada Tabel 2. rata rata bakteri asam laktat (BAL) teh kombucha mengalami penurunan dari masing masing perlakuan. Dapat dilihat bahwa BAL tertinggi yaitu sebesar $2,94 \times 10^7$ CFU/mL, sedangkan BAL terendah yaitu sebesar $0,81 \times 10^7$ CFU/mL. Penambahan *S. platensis* dalam teh kombucha dapat menyebabkan penurunan populasi bakteri asam laktat. Senyawa bioaktif dalam *S. platensis* seperti polisakarida sulfat, fenolik dan fikosianin diketahui memiliki aktivitas antimikroba. Senyawa aktif seperti fenolik dan fikosianin memiliki sifat antibakteri dan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Ngajow et al., 2013). Pada penelitian ini semakin tinggi penambahan *S. platensis* kadar fenol semakin rendah karena *S. platensis* relatif sensitif terhadap kondisi lingkungan selama proses pengolahan dan fermentasi, sehingga bakteri asam laktat juga semakin turun, sesuai penelitian (Kusuma & Fibrianto, 2018) total fenol dapat menghambat pertumbuhan BAL.

Karakteristik Sensori Teh Kombucha dengan Penambahan *S. platensis*

Karakteristik sensori merupakan salah satu parameter penting dalam evaluasi mutu teh kombucha karena berkaitan langsung dengan tingkat penerimaan konsumen terhadap produk. Hasil analisis sensori meliputi warna, rasa dan aroma dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik sensori teh kombucha dengan penambahan *S. platensis*

Karakteristik Sensori	Formulasi Teh Kombucha Penambahan <i>S. platensis</i>				
	Formulasi 1	Formulasi 2	Formulasi 3	Formulasi 4	Formulasi 5
Warna	4.7±0.62 ^{ab}	5.3±0.43 ^b	5.93±1.33 ^b	3.53±0.61 ^a	3.23±0.86 ^a
Rasa	5.33±0.15 ^{bc}	5.53±0.91 ^c	6.0±0.88	4.3±0.3 ^{ab}	4.03±0.55 ^a
Aroma	5.13±0.51 ^{bc}	5.53±1.05 ^{bc}	5.96±0.55 ^c	4.43±0.51 ^{ab}	3.73±0.84 ^a

Keterangan : superskrip yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p<0,05$)

Warna

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan formulasi teh kombucha dengan penambahan *S.platensis* berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap warna teh kombucha. Uji warna yang dihasilkan berkisar antara 3,23 (agak tidak suka) sampai dengan 5,93 (suka). Hasil uji warna teh kombucha dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3. menunjukkan rata-rata nilai tertinggi diperoleh dari perlakuan penambahan *S.platensis* 1 g yaitu 5,93 (suka), sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh dari perlakuan penambahan *S.platensis* 2 g yaitu 3,23 (agak tidak suka). Pada penambahan *S.platensis* dalam konsentrasi rendah (0,5 g dan 1 g) masih diterima dengan baik oleh panelis karena memberikan nuansa teh kombucha alami yang segar. Namun, pada penambahan *S.platensis* dalam konsentrasi tinggi (1,5 g dan 2 g) teh kombucha warna hijau lebih pekat dapat menurunkan tingkat kesukaan, karena warna yang terlalu intens bisa dianggap kurang menarik atau tidak alami.

Rasa

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan formulasi teh kombucha dengan penambahan *S.platensis* berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap rasa teh kombucha. Uji rasa menunjukkan bahwa penambahan *S.platensis* mempengaruhi persepsi rasa teh kombucha berkisar antara 4,3 (netral) sampai dengan 6 (suka). Hasil uji rasa teh kombucha dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3. menunjukkan rata-rata nilai tertinggi diperoleh dari perlakuan penambahan *S.platensis* 1 g yaitu 6 (suka), sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh dari perlakuan penambahan *S.platensis* 2 g yaitu 4,03 (netral). Pada penambahan *S.platensis* dalam konsentrasi rendah (0,5 g dan 1 g) rasa *S.platensis* tidak terlalu dominan dan diterima dengan baik oleh panelis. Namun, pada penambahan *S.platensis* dalam konsentrasi tinggi (1,5 g dan 2 g) rasa khas *S.platensis* yang kuat dapat menurunkan tingkat kesukaan dimana teh kombucha semakin asam. Hal ini didukung oleh Afriliana et al. (2018) *S.platensis* yang sebelumnya telah mengalami perlakuan fermentasi menggunakan bakteri asam laktat akan membentuk flavor asam.

Aroma

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan formulasi teh kombucha dengan penambahan *S.platensis* berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap aroma teh kombucha. Uji aroma yang dihasilkan berkisar antara 3,73 (agak tidak suka) sampai dengan 5,96 (suka). Hasil uji aroma teh kombucha dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3. menunjukkan rata-rata nilai tertinggi diperoleh dari perlakuan penambahan *S.platensis* 1 g yaitu 5,96 (suka), sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh dari perlakuan penambahan *S.platensis* 2 g yaitu 3,73 (agak tidak suka). Pada penambahan *S.platensis* dalam konsentrasi rendah (0,5 g dan 1 g) masih disukai oleh panelis karena memberikan nuansa teh kombucha alami yang segar. Namun, pada penambahan *S.platensis* dalam konsentrasi tinggi (1,5 g dan 2 g) aroma yang lebih kuat dan khas dari *S.platensis* dapat menurunkan tingkat kesukaan.

SIMPULAN

Penambahan *S.platensis* memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik fisikokimia, mikrobiologi dan sensori teh kombucha yang dihasilkan. Teh kombucha dengan penambahan *S.platensis* 1 g/L menghasilkan perlakuan terbaik dengan protein 0,26%, aktivitas antioksidan 41,23%, total fenol 22,98%, asam tertitiasi 0,27%, bakteri asam laktat 1,65 CFU/mL serta lebih disukai panelis untuk parameter sensori warna, rasa dan aroma. Kadar protein meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi *S. platensis*, sedangkan aktivitas antioksidan dan total fenol cenderung menurun. Penurunan nilai fungsional tersebut diduga karena senyawa bioaktif dalam *S. platensis* relatif sensitif terhadap kondisi lingkungan selama proses pengolahan dan fermentasi, seperti cahaya, pH, suhu, oksigen, dan penambahan *S. platensis* menggantikan sebagian proporsi teh sebagai substrat, sehingga konsentrasi polifenol, flavonoid, dan tanin yang berasal dari teh hitam menjadi lebih rendah per satuan volume

DAFTAR PUSTAKA

- Afriliana, A., Subagio, A., & Abdullah, A. (2018). Development of New Product “Cocoa *Spirulina* as Functional Food.” *Advance Journal of Food Science and Technology*, 14(5). <https://doi.org/10.19026/ajfst.14.5910>
- Andrade, B. B., Cardoso, L. G., Assis, D. de J., Costa, J. A. V., Druzian, J. I., & da Cunha Lima, S. T. (2019). Production and characterization of *Spirulina* sp. LEB 18 cultured in reused Zarrouk's medium in a raceway-type bioreactor. *Bioresource Technology*, 284. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.03.144>
- Anunziata, A., & Pascale, P. (2011). Consumers' behaviour and attitudes toward healthy food products: The case of Organic and Functional foods. *A Resilient European Food Industry in a Challenging World*, 111-124.
- AOAC. (2012). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemist. *Association of Official Analytical Chemist, Inc.*
- Bezerra, P. Q. M., Matos, M. F. R. de, Ramos, I. G., Magalhães-Guedes, K. T., Druzian, J. I., Costa, J. A. V., & Nunes, I. L. (2019). Innovative functional nanodispersion: Combination of carotenoid from *Spirulina* and yellow passion fruit albedo. *Food Chemistry*, 285. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.181>
- Chaiklahan, R., Chirasuwan, N., & Bunnag, B. (2012). Stability of phycocyanin extracted from *Spirulina* sp.: Influence of temperature, pH and preservatives. *Process Biochemistry*, 47(4), 659-664.
- Cho, J. A., Baek, S. Y., Cheong, S. H., & Kim, M. R. (2020). *Spirulina* enhances bone modeling in growing male rats by regulating growth-related hormones. *Nutrients*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/nu12041187>
- De Jesus, C. S., da Silva Uebel, L., Costa, S. S., Miranda, A. L., de Moraes, E. G., de Moraes, M. G., Costa, J. A. V., Nunes, I. L., de Souza Ferreira, E., & Druzian, J. I. (2018). Outdoor pilot-scale cultivation of *Spirulina* sp. LEB-18 in different geographic locations for evaluating its growth and chemical composition. *Bioresource Technology*, 256. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.01.149>
- Ekantari, N., Marsono, Y., Pranoto, Y., & Harmayani, E. (2017). Pengaruh Media Budidaya Menggunakan Air Laut dan Air Tawar terhadap Sifat Kimia dan Fungsional Biomassa Kering (*Spirulina platensis*). *AgriTech*, 37(2). <https://doi.org/10.22146/agritech.10843>
- Gopal, R. K., & Govindaraj, S. (2024). A Study on the Brewing of “Prot-Tea” by Blending *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) With Green Tea. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.54906>
- Gulcin, İ. (2020). Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview. In *Archives of Toxicology* (Vol. 94, Number 3). <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02689-3>
- Kaewkod, T., Bovonsombut, S., & Tragoolpua, Y. (2019). Efficacy of kombucha obtained from green, oolong and black teas on inhibition of pathogenic bacteria, antioxidation, and toxicity on colorectal cancer cell line. *Microorganisms*, 7(12). <https://doi.org/10.3390/microorganisms7120700>
- Khalid, S., C. K., A. H., A. S., S. H. M., A. S., . . . & O. H. (2024). Trends in extracting protein from microalgae *Spirulina platensis*, using innovative extraction techniques: mechanisms, potentials, and limitations. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–17.
- Kusuma, G. S. P., & Fibrianto, K. (2018). Pengaruh optimasi lama fermentasi terhadap karakteristik kombucha daun tua kopi robusta Dampit metode oksidatif dan non-oksidatif. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 6(4), 87–97.
- Lucas, B. F., Moraes, M. G. de, Santos, T. D., & Costa, J. A. V. (2018). *Spirulina* for snack enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations. *LWT*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.032>
- Lupatini, A. L., Colla, L. M., Canan, C., & Colla, E. (2017). Potential application of microalga *Spirulina platensis* as a protein source. In *Journal of the Science of Food and Agriculture* (Vol. 97, Number 3). <https://doi.org/10.1002/jsfa.7987>

- Mauliasari, E. S., Agustini, T. W., & Amalia, U. (2019). Stabilisasi Fikosianin *Spirulina platensis* dengan Perlakuan Mikroenkapsulasidan pH. *Jphpi*, 22(3).
- Michalak, I., Chojnacka, K., & Saeid, A. (2017). Plant growth biostimulants, dietary feed supplements and cosmetics formulated with supercritical CO₂ Algal Extracts. In *Molecules* (Vol. 22, Number 1). <https://doi.org/10.3390/molecules22010066>
- Ngajow, M., Abidjulu, J., & Kamu, V. S. (2013). Pengaruh Antibakteri Ekstrak Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* secara In vitro. *Jurnal MIPA*, 2(2). <https://doi.org/10.35799/jm.2.2.2013.3121>
- Nurhayati, Yuwanti, S., & Urbahillah, A. (2020). Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Kombucha Cascara (Kulit Kopi Ranum) [Physicochemical and Sensory Characteristics of the Cascara (Dried Cherries Coffee Peels) Kombucha]. *Teknologi Dan Industri Pangan*, 31(1), 38-49.
- Onofrejová, L., Vašíčková, J., Klejdus, B., Stratil, P., Mišurcová, L., Kráčmar, S., Kopecký, J., & Vacek, J. (2010). Bioactive phenols in algae: The application of pressurized-liquid and solid-phase extraction techniques. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 51(2). <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2009.03.027>
- Ozbek, Z. A., & Kırnapcı, M. (2025). The Effects of Substitution of Green Tea with Spirulina (*Arthrospira platensis*) Biomass on the Quality of Kombucha. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 9(4), 1241-1265.
- Pratama, A. I., Lioe, H. N., Yuliana, N. D., & Ogawa, M. (2022). Umami compounds present in umami fraction of acid-hydrolyzed *Spirulina* (*Spirulina platensis*). *Algal Research*, 66. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2022.102764>
- Rosyada, F. F. A., Agustina, E., & Faizah, H. (2023). Pengaruh Konsentrasi Gula Terhadap Karakteristik Fisika, Kimia dan Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha Daun Belimbing Wuluh (*Avverhoa bilimbi* Linn.). *Rekayasa*, 16(1). <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v16i1.16977>
- Saputra, J. S. E., Agustini, T. W., & Dewi, E. N. (2014). Pengaruh penambahan biomassa serbuk *Spirulina platensis* terhadap sifat fisik, kimia, dan sensori pada tablet hisap (lozenges). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (JPHPI)*, 17(3).
- Sudarmadji, S. B., & Haryono, B. (2007). Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta: Edisi Ketiga, Liberty.
- Suhardini, P. N., & Zubaidah, E. (2016). Studi Aktivitas Antioksidan Kombucha dari Berbagai Jenis Daun. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 4(1), 221-229.
- Syaichurrozi, I., & Jayanudin, J. (2017). Kultivasi *Spirulina platensis* pada Media Bernutrisi Limbah Cair Tahu dan Sintetik. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 5(2). <https://doi.org/10.15294/jbat.v5i2.7398>
- Utomo, W. L. P., Santoso, G. W., & Ridlo, A. (2024). Pengaruh Penambahan Mikroalga (*Spirulina platensis*) Pada Edible Coating Kitosan Untuk Meningkatkan Daya Simpan Udang (*Penaeus vannamei*). *Journal of Marine Research*, 13(3). <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i3.41758>
- Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P., & Taillandier, P. (2018). Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. In *Journal of Food Science* (Vol. 83, Number 3). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>
- Wang, M., Gao, Z., Zhang, Y., & Pan, L. (2016). Lactic acid bacteria as mucosal delivery vehicles: a realistic therapeutic option. In *Applied Microbiology and Biotechnology* (Vol. 100, Number 13). <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7557-x>
- Wells, M. L., Potin, P., Craigie, J. S., Raven, J. A., Merchant, S. S., Helliwell, K. E., Smith, A. G., Camire, M. E., & Brawley, S. H. (2017). Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding. In *Journal of Applied Phycology* (Vol. 29, Number 2). <https://doi.org/10.1007/s10811-016-0974-5>
- Widyaningsih, T. D., Wijayanti, N., & Nugrahini, N. I. P. (2017). *Pangan fungsional: aspek kesehatan, evaluasi, dan regulasi*. Universitas Brawijaya Press.