

# Formulasi kombucha teh hijau tayu berbasis variasi jenis gula sebagai pangan fungsional: Analisis sensoris, kadar gula, dan aktivitas antioksidan

*Tayu green tea kombucha formulation based on various sugar types as functional food: Sensory analysis, sugar content, and antioxidant activity*

SAGO: Gizi dan Kesehatan  
2026, Vol. 7(1) 200-210  
© The Author(s) 2026



DOI: <http://dx.doi.org/10.30867/gikes.v7i1.3026>  
<https://ejournal.poltekkesaceh.ac.id/index.php/gikes>



Poltekkes Kemenkes Aceh

Sutyawan<sup>1\*</sup>, Endah Mayang Sari<sup>2</sup>, Emmy Kardinasari<sup>3</sup>, Karina Dwi Handini<sup>4</sup>

## Abstract

**Background:** Green tea and sugar are the main ingredients of kombucha. The antioxidant compounds in kombucha may play a role in the management of glucose metabolism. Using local Tayu green tea and a variety of sugars may potentially achieve the best kombucha characteristics for individuals with diabetes.

**Objectives:** This study aimed to identify the sensory characteristics, total sugar content, and antioxidant activity of tayu green tea kombucha fermented with different sugar types.

**Methods:** A Completely Randomized Design was used in this study. Three treatments based on the type of sugar in Tayu green tea kombucha were used: coconut sugar kombucha (GK), palm sugar kombucha (GA), and cane sugar kombucha (GT). Three kombucha samples were developed in the Pangkalpinang Laboratory and analyzed in the Bogor Laboratory from July to August 2025. The sensory characteristics were described based on product acceptability obtained from a hedonic test involving 30 panelists. The total sugar content was determined using the Luff Schoorl method, and the antioxidant activity was determined using the spectrophotometric method as IC50. Differences in acceptability data were analyzed using the Kruskal–Wallis test ( $p < 0.05$ ). Sugar content and antioxidant activity were analyzed univariately.

**Results:** Significant differences ( $p < 0.05$ ) in color and taste acceptability were observed, with the highest average observed for GK kombucha. The highest aroma and overall acceptability scores were observed for GT (4.3) and GK (4.6) samples. GK kombucha had the lowest IC50 value (6682.9mg/L), indicating the highest antioxidant activity because a lower concentration was required to neutralize 50% of free radicals. GA kombucha had the lowest sugar content at 12.1%, and GK had a slightly higher sugar content at 13.3%.

**Conclusion:** GTK with coconut sugar is the best formula for DM, with the highest acceptability value, moderate sugar content, and highest antioxidant activity.

## Keywords:

Antioxidant Activity, Sugar Type, Kombucha, Functional Food, Tayu Green Tea

## Abstrak

**Latar belakang:** Teh hijau dan gula merupakan bahan utama dalam pembuatan kombucha. Senyawa antioksidan pada kombucha berpotensi berperan dalam pengelolaan metabolisme glukosa. Jenis teh hijau tayu lokal dan penggunaan variasi jenis gula berpotensi mendapatkan karakteristik kombucha terbaik untuk penderita DM diabetes melitus.

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik sensoris, kandungan gula total, dan aktivitas antioksidan pada kombucha teh hijau tayu dengan variasi jenis gula.

<sup>1</sup> Program Studi DIII Gizi, Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Pangkalpinang, Pangkalpinang, Indonesia. E-mail: [sutyawan@poltekkespangkalpinang.ac.id](mailto:sutyawan@poltekkespangkalpinang.ac.id)

<sup>2</sup> Program Studi DIII Gizi, Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Pangkalpinang, Pangkalpinang, Indonesia. E-mail: [endahmayangsari.gizi@gmail.com](mailto:endahmayangsari.gizi@gmail.com)

<sup>3</sup> Program Studi DIII Gizi, Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Pangkalpinang, Pangkalpinang, Indonesia. E-mail: [emmy.kardinasari@gmail.com](mailto:emmy.kardinasari@gmail.com)

<sup>4</sup> Program Studi DIII Gizi, Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Pangkalpinang, Pangkalpinang, Indonesia. E-mail: [kdwihandini@gmail.com](mailto:kdwihandini@gmail.com)

## Penulis Koresponding:

**Sutyawan:** Program Studi DIII Gizi, Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Pangkalpinang, Jalan Telaga Biru 1 Desa Padang Baru, Kecamatan Pangkalan Baru, Bangka Tengah, Bangka Belitung, Indonesia. E-mail: [sutyawan@poltekkespangkalpinang.ac.id](mailto:sutyawan@poltekkespangkalpinang.ac.id)

Diterima: 23/12/2025

Revisi: 28/01/2026

Disetujui: 21/02/2026

Diterbitkan: 16/04/2026

**Metode:** Metode eksperimental pada penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap. Tiga perlakuan berdasarkan jenis gula pada kombucha teh hijau tayu: kombucha gula kelapa (GK), gula aren (GA), dan gula tebu (GT). Sebanyak 3 sampel kombucha yang dikembangkan di Laboratorium Pangkalpinang dan dianalisis di Laboratorium Bogor pada bulan Juli hingga Agustus tahun 2025. Karakteristik sensoris atau daya terima produk diperoleh melalui uji hedonik dengan melibatkan 30 panelis. Analisis kadar gula menerapkan metode *Luff Schoorl* dan aktivitas antioksidan menggunakan metode Spektrofotometri (IC50). Analisis perbedaan daya terima menggunakan uji *Kruskal Wallis* ( $p < 0.05$ ). Data kadar gula dan aktivitas antioksidan dianalisis secara univariat.

**Hasil:** Perbedaan signifikan ( $p < 0.05$ ) pada daya terima warna dan rasa dimana rata-rata tertinggi terdapat pada kombucha GK. Daya terima aroma dan keseluruhan tertinggi pada GT (4.3) dan GK (4.6). Kombucha GK memiliki nilai IC50 terendah (6682.9 mg/L) yang menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi karena dibutuhkan konsentrasi lebih rendah untuk menetralkan radikal bebas 50%. Kombucha GA memiliki kadar gula terendah 12.1% dan GK sedikit lebih tinggi 13.3%. (6682,9 mg/l) dan kombucha GK (14,6%).

**Kesimpulan:** Kombucha teh hijau dengan gula kelapa merupakan formula terbaik untuk DM dengan nilai daya terima tertinggi, kadar gula sedang, dan aktivitas antioksidan tertinggi.

#### Kata Kunci:

Aktivitas Antioksidan, Jenis Gula, Kombucha, Pangan Fungsional, Teh Hijau

## Pendahuluan

**D**iabetes Melitus (DM) merupakan gangguan metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena disfungsi sekresi insulin, penurunan kerja insulin, atau kombinasi keduanya. DM merupakan salah tantangan kesehatan masyarakat karena hampir jutaan orang di dunia terdiagnosa DM serta berkontribusi terhadap tingginya angka morbiditas dan mortalitas (Yameny, 2024). Data dunia menunjukkan terdapat 588.7 juta orang dewasa umur 20-69 tahun yang teridentifikasi diabetes dan diperkirakan meningkat hingga 45% atau 852.5 juta orang pada tahun 2050. Indonesia merupakan negara dengan prevalensi diabetes tertinggi di Asia Tenggara dan menduduki peringkat kelima dunia dengan jumlah penderita DM sebesar 20.4 juta orang pada tahun 2025 (International Diabetes Federation, 2025). Data Survei Kesehatan Indonesia dari Kementerian Kesehatan tahun 2023 memperlihatkan persentase kejadian DM pada penduduk berumur lebih dari 15 tahun berdasarkan diagnosis dokter sebesar 2.2% dan 11.7% berdasarkan pemeriksaan gula darah. (Kemenkes RI, 2024).

Upaya pencegahan terjadinya DM terutama DM tipe 2 dapat dilakukan menerapkan pola makan sehat seperti pemilihan pangan yang dapat memberikan manfaat kesehatan fisiologis. Konsumsi pangan fungsional secara teratur dapat dikaitkan dengan peningkatan fungsi antioksidan, antikolesterol, sensitivitas insulin, dan antiinflamasi yang dianggap penting untuk mencegah dan mengelola DM (Alkhatib et al., 2017). Salah satu jenis pangan fungsional yang

telah terbukti tinggi kandungan aktivitas antioksidan adalah teh fermentasi kombucha. Hasil sebuah studi menyebutkan bahwa kombucha yang dibuat dari berbagai jenis teh mengandung aktivitas antioksidan termasuk polifenol dan flavonoid (Jakubczyk et al., 2020). Senyawa polifenol dan flavonoid diketahui dapat meningkatkan produksi insulin dan sensitivitas insulin yang dapat menyelamatkan sel beta pankreas dari kerusakan. Selain itu, komponen bioaktif tersebut dapat memperlambat kerja dari enzim pencernaan karbohidrat seperti alfa-amilase dan alfa-glukosidase, polifenol menurunkan kadar glukosa darah (M. Shende, 2024). Teh kombucha juga terbukti mengandung berbagai macam senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi tubuh seperti asam amino, anion, flavonoid, mineral, polifenol, vitamin, dan mikroorganisme. Senyawa-senyawa ini berkontribusi pada berbagai respons biologis dalam pencegahan penyakit tidak menular atau degeneratif seperti efek antioksidan, hepatoprotektif, antitumor, antidiabetik, dan antihiperkolesterolemia (Cavicchia & de Almeida, 2022).

Bangka Belitung memiliki salah satu jenis teh lokal yaitu teh tayu yang masih diproduksi oleh masyarakat di Desa Ketap Kabupaten Bangka Barat. Teh tayu memiliki karakteristik unik dan khas karena teh dapat ditanami dan dikembangkan di wilayah dataran rendah (Wahyuni et al., 2021). Teh tayu (*Camellia Sinensis L.*) diketahui memiliki kandungan polifenol sebesar 15.1% dan sesuai syarat mutu pada standar minuman teh hijau SNI 3945-2016 (Mariana, 2017). Penelitian sebelumnya pada air seduhan teh hijau tayu kering diketahui

bahwa aktifitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan air seduhan teh hijau komersil (Novidiyanto & Sutyan, 2022). Studi pembuatan kombucha berbahan dasar teh tawu hitam juga pernah dilakukan. Hasil penelitian menyebutkan bahwa nilai aktivitas antioksidan lebih tinggi jika dibandingkan kombucha pada air seduhan teh hitam komersil (Sutyan & Novidiyanto, 2021).

Gula merupakan salah satu bahan penting dalam pembuatan kombucha karena berfungsi sebagai makanan bagi bakteri SCOBY pada proses fermentasi (Bishop et al., 2022). Beberapa studi lainnya bahwa penggunaan gula yang berbeda pada pembuatan kombucha menghasilkan perbedaan pada beberapa karakteristik kimia dan potensi antioksidan. Salah satu studi menyebutkan bahwa kandungan vitamin C pada kombucha air kelapa dengan gula tebu memiliki kandungan vitamin C lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan jenis gula kelapa dan aren (Sipahutar et al., 2024). Penelitian lainnya juga menjelaskan jenis gula CPS (gula kelapa) menunjukkan aktivitas antioksidan dan kandungan fenolik total tertinggi pada kombucha. Kemudian diikuti oleh teh yang difermentasi dengan gula molase (MS) dan gula rafinasi putih (WRS) (Muhaldin et al., 2019). Setiap jenis gula memiliki susunan dan kandungan kimia yang berbeda terutama pada sukrosa, glukosa dan fruktosa. Sebagai contoh, gula aren mengandung glukosa dan fruktosa dalam jumlah lebih tinggi dibandingkan gula tebu yang hampir seluruhnya berupa sukrosa (Sarkar et al., 2023). Selain itu, perbedaan kandungan kimia pada setiap jenis gula berhubungan langsung dengan proses fermentasi. Glukosa dan fruktosa lebih mudah dimanfaatkan oleh mikroorganisme saat fermentasi karena tidak memerlukan hidrolisis oleh enzim invertase seperti sukrosa (Nascimento et al., 2020). Hal ini berdampak pada residu gula akhir atau kandungan gula total pada kombucha. Perbedaan nilai aktivitas antioksidan dan residu gula akhir kombucha karena penggunaan variasi jenis gula memiliki implikasi fisiologis yang berbeda dalam meningkatkan kadar gula dalam darah. Perbedaan jenis gula pada kombucha teh tawu berpotensi mendapatkan formula terbaik terutama kandungan antioksidan yang tinggi dan kadar gula total rendah yang baik penderita DM. Penelitian sebelumnya telah pernah dilakukan pengembangan kombucha dari teh tawu namun hanya terbatas menggunakan satu jenis gula yaitu gula rafinasi (Sutyan & Novidiyanto, 2021).

Berdasarkan iuran tersebut, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk melihat pengaruh penggunaan jenis gula terhadap daya terima, aktivitas antioksidan, dan kadar gula pada teh kombucha dari daun teh hijau tawu sebagai alternatif pangan fungsional yang baik untuk penderita DM. Penelitian ini didasarkan pada hipotesis bahwa penggunaan berbagai jenis gula dalam fermentasi kombucha teh hijau tawu menyebabkan perbedaan signifikan pada karakteristik sensoris, kadar gula total, dan aktivitas antioksidan produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi daya terima dalam skala hedonik, kadar gula total dalam persentase dan aktivitas antioksidan (IC50) dalam mg/L pada kombucha teh hijau tawu dengan penggunaan berbagai jenis gula.

## Metode

Diabetes Melitus (DM) merupakan gangguan metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena disfungsi sekresi insulin, penurunan kerja insulin, atau kombinasi keduanya. DM merupakan salah tantangan kesehatan masyarakat karena hampir jutaan orang di dunia terdiagnosa DM serta berkontribusi terhadap tingginya angka morbiditas dan mortalitas (Yameny, 2024). Data dunia menunjukkan terdapat 588.7 juta orang dewasa umur 20-69 tahun yang teridentifikasi diabetes dan diperkirakan meningkat hingga 45% atau 852.5 juta orang pada tahun 2050. Indonesia merupakan negara dengan prevalensi diabetes tertinggi di Asia Tenggara dan menduduki peringkat kelima dunia dengan jumlah penderita DM sebesar 20.4 juta orang pada tahun 2025 (International Diabetes Federation, 2025). Data Survei Kesehatan Indonesia dari Kementerian Kesehatan tahun 2023 memperlihatkan persentase kejadian DM pada penduduk berumur lebih dari 15 tahun berdasarkan diagnosis dokter sebesar 2.2% dan 11.7% berdasarkan pemeriksaan gula darah. (Kemenkes RI, 2024).

Upaya pencegahan terjadinya DM terutama DM tipe 2 dapat dilakukan menerapkan pola makan sehat seperti pemilihan pangan yang dapat memberikan manfaat kesehatan fisiologis. Konsumsi pangan fungsional secara teratur dapat dikaitkan dengan peningkatan fungsi antioksidan, antikolesterol, sensitivitas insulin, dan antiinflamasi yang dianggap penting untuk

mencegah dan mengelola DM (Alkhatib et al., 2017). Salah satu jenis pangan fungsional yang telah terbukti tinggi kandungan aktivitas antioksidan adalah teh fermentasi kombucha. Hasil sebuah studi menyebutkan bahwa kombucha yang dibuat dari berbagai jenis teh mengandung aktivitas antioksidan termasuk polifenol dan flavonoid (Jakubczyk et al., 2020). Senyawa polifenol dan flavonoid diketahui dapat meningkatkan produksi insulin dan sensitivitas insulin yang dapat menyelamatkan sel beta pankreas dari kerusakan. Selain itu, komponen bioaktif tersebut dapat memperlambat kerja dari enzim pencernaan karbohidrat seperti alfa-amilase dan alfa-glukosidase, polifenol menurunkan kadar glukosa darah (M. Shende, 2024). Teh kombucha juga terbukti mengandung berbagai macam senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi tubuh seperti asam amino, anion, flavonoid, mineral, polifenol, vitamin, dan mikroorganisme. Senyawa-senyawa ini berkontribusi pada berbagai respons biologis dalam pencegahan penyakit tidak menular atau degeneratif seperti efek antioksidan, hepatoprotektif, antitumor, antidiabetik, dan antihiperkolesterolemia (Cavicchia & de Almeida, 2022).

Bangka Belitung memiliki salah satu jenis teh lokal yaitu teh tayu yang masih diproduksi oleh masyarakat di Desa Ketap Kabupaten Bangka Barat. Teh tayu memiliki karakteristik unik dan khas karena teh dapat ditanami dan dikembangkan di wilayah dataran rendah (Wahyuni et al., 2021). Teh tayu (*Camellia Sinensis L.*) diketahui memiliki kandungan polifenol sebesar 15.1% dan sesuai syarat mutu pada standar minuman teh hijau SNI 3945-2016 (Mariana, 2017). Penelitian sebelumnya pada air seduhan teh hijau tayu kering diketahui bahwa aktifitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan air seduhan teh hijau komersil (Novidiyanto & Sutyawan, 2022). Studi pembuatan kombucha berbahan dasar teh tayu hitam juga pernah dilakukan. Hasil penelitian menyebutkan bahwa nilai aktivitas antioksidan lebih tinggi jika dibandingkan kombucha pada air seduhan teh hitam komersil (Sutyawan & Novidiyanto, 2021).

Gula merupakan salah satu bahan penting dalam pembuatan kombucha karena berfungsi sebagai makanan bagi bakteri SCOBY pada proses fermentasi (Bishop et al., 2022). Beberapa studi lainnya bahwa penggunaan gula yang berbeda pada pembuatan kombucha menghasilkan perbedaan pada beberapa karakteristik kimia dan

potensi antioksidan. Salah satu studi menyebutkan bahwa kandungan vitamin C pada kombucha air kelapa dengan gula tebu memiliki kandungan vitamin C lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan jenis gula kelapa dan aren (Sipahutar et al., 2024). Penelitian lainnya juga menjelaskan jenis gula CPS (gula kelapa) menunjukkan aktivitas antioksidan dan kandungan fenolik total tertinggi pada kombucha. Kemudian diikuti oleh teh yang difermentasi dengan gula molase (MS) dan gula rafinasi putih (WRS) (Muhialdin et al., 2019). Setiap jenis gula memiliki susunan dan kandungan kimia yang berbeda terutama pada sukrosa, glukosa dan fruktosa. Sebagai contoh, gula aren mengandung glukosa dan fruktosa dalam jumlah lebih tinggi dibandingkan gula tebu yang hampir seluruhnya berupa sukrosa (Sarkar et al., 2023). Selain itu, perbedaan kandungan kimia pada setiap jenis gula berhubungan langsung dengan proses fermentasi. Glukosa dan fruktosa lebih mudah dimanfaatkan oleh mikroorganisme saat fermentasi karena tidak memerlukan hidrolisis oleh enzim invertase seperti sukrosa (Nascimento et al., 2020). Hal ini berdampak pada residu gula akhir atau kandungan gula total pada kombucha. Perbedaan nilai aktivitas antioksidan dan residu gula akhir kombucha karena penggunaan variasi jenis gula memiliki implikasi fisiologis yang berbeda dalam meningkatkan kadar gula dalam darah. Perbedaan jenis gula pada kombucha teh tayu berpotensi mendapatkan formula terbaik terutama kandungan antioksidan yang tinggi dan kadar gula total rendah yang baik penderita DM. Penelitian sebelumnya telah pernah dilakukan pengembangan kombucha dari teh tayu namun hanya terbatas menggunakan satu jenis gula yaitu gula rafinasi (Sutyawan & Novidiyanto, 2021).

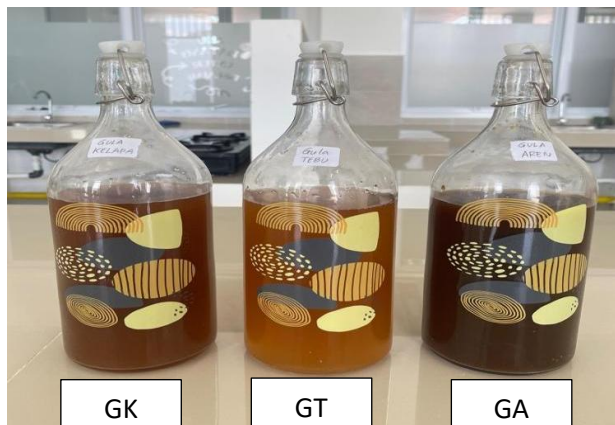
Berdasarkan iuran tersebut, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk melihat pengaruh penggunaan jenis gula terhadap daya terima, aktivitas antioksidan, dan kadar gula pada teh kombucha dari daun teh hijau tayu sebagai alternatif pangan fungsional yang baik untuk penderita DM. Penelitian ini didasarkan pada hipotesis bahwa penggunaan berbagai jenis gula dalam fermentasi kombucha teh hijau tayu menyebabkan perbedaan signifikan pada karakteristik sensoris, kadar gula total, dan aktivitas antioksidan produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi daya terima dalam skala hedonik, kadar gula total dalam persentase dan aktivitas antioksidan (IC50) dalam

mg/L pada kombucha teh hijau tayu dengan penggunaan berbagai jenis gula.

## Hasil

Sebanyak tiga perlakuan atau formulasi yang dikembangkan dalam pembuatan kombucha dari daun teh hijau tayu berdasarkan jenis gula yang digunakan antara lain: gula kelapa (GK), gula aren (GA), dan gula tebu (GT). Gambaran hasil Proses fermentasi kombucha berlangsung selama 10 hari. Panen kombucha dilakukan dengan memisahkan SCOBY dengan air teh hasil fermentasi melalui proses penyaringan. Hasil panen kombucha teh hijau tayu dengan variasi gula dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.

Daya terima kombucha teh hijau tayu dengan penggunaan variasi jenis gula didapatkan dari uji hedonik yang melibatkan 30 panelis. Penilaian daya terima produk dilakukan pada atribut warna, aroma, rasa, dan keseluruhan. Rentang skala yang digunakan dalam penilaian daya terima dimulai skala terendah 1 (sangat tidak suka) hingga skala tertinggi 7 (amat sangat suka). Tabel 1 menyajikan nilai daya terima produk kombucha teh tayu dengan variasi gula.



**Gambar 1.** Penampakan Produk Kombucha Teh Hijau Tayu Setelah Panen dengan Berbagai Jenis Gula

**Tabel 1.** Nilai Rata-Rata Daya Terima Kombucha Tayu dengan Penambahan Berbagai Jenis Gula

Atribut/Jenis Kombucha	GK	GA	GT	<i>p-value</i>
Warna	5,1 <sup>a</sup>	3,9 <sup>b</sup>	4,3 <sup>b</sup>	0,002*
Aroma	4,2	3,8	4,3	0,376
Rasa	4,6 <sup>a</sup>	3,4 <sup>b</sup>	4,4 <sup>a</sup>	0,006*
Keseluruhan	4,6	3,8	4,4	0,057

*Keterangan: GK (Kombucha Tayu Gula Kelapa), GA (Kombucha Tayu Gula Aren), GT (Kombucha Tayu Tebu), \*signifikan pada  $p < 0.05$  (Kruskall-Wallis), nilai a,b adalah nilai hasil Mann-Whitney. Perbedaan huruf pada nilai menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ).*

Berdasarkan tabel 1, kombucha tayu gula kelapa memiliki daya terima warna tertinggi (5,1), kemudian diikuti oleh teh kombucha gula tebu (4,3) dan gula aren (3,9). Hal ini menandakan bahwa secara keseluruhan panelis menilai pada rentang skala suka pada kombucha gula kelapa, biasa saja pada kombucha gula tebu dan kombucha gula aren. Hasil uji statistik memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan signifikan untuk tingkat kesukaan warna pada ketiga jenis kombucha tayu dengan variasi gula ( $p < 0.05$ ). Hal ini menggambarkan bahwa terdapat pengaruh penggunaan jenis gula terhadap daya terima warna kombucha. Hasil pengamatan subyektif terhadap warna terlihat bahwa Kombucha tayu dengan penggunaan gula kelapa memiliki warna kuning kecoklatan. Sementara kombucha tayu dengan penambahan gula aren berwarna hitam dan kombucha tayu dengan gula tebu memiliki warna kuning. Perbedaan warna pada kombucha disebabkan oleh faktor warna pada masing-masing jenis gula yang digunakan.

Pada aspek aroma, nilai rata-rata daya terima tertinggi terdapat pada kombucha tayu gula tebu sebesar 4,3. Kemudian diikuti daya terima kombucha gula kelapa (4,2) dan gula aren (3,8). Hasil analisis statistik memperlihatkan bahwa tingkat kesukaan aroma pada ketiga jenis kombucha tayu tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p > 0,05$ ). Berdasarkan nilai rata-rata yang diperoleh, panelis menilai aroma pada skala biasa saja pada semua jenis kombucha. Berdasarkan pengamatan subyektif, kombucha dengan penambahan gula aren memiliki aroma yang paling kuat. Sementara kombucha tayu gula kelapa memiliki aroma yang cukup kuat dan kombucha gula tebu memiliki aroma yang tidak kuat.

Tabel 1 menyajikan daya terima terhadap rasa dimana kombucha gula kelapa memiliki daya terima lebih tinggi dengan nilai rata-rata 4,6. Sementara daya terima aroma pada kombucha gula aren memiliki rata-rata sebesar 4,4 dan gula tebu 3,4. Secara umum, panelis menilai pada rentang agak suka pada kombucha gula kelapa dan tebu. Sementara panelis agak tidak suka pada aroma kombucha gula aren. Berdasarkan hasil

analisis statistik, daya terima rasa pada ketiga jenis kombucha tayu memiliki perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ). Namun, tidak terdapat perbedaan signifikan pada daya terima rasa antara kombucha gula aren dan kelapa ( $p > 0,05$ ). Sementara daya terima rasa kombucha gula aren berbeda signifikan dibandingkan dua jenis kombucha lainnya ( $p < 0,05$ ). Berdasarkan penilaian subyektif, kombucha tayu gula aren memiliki rasa asam yang kuat. Kombucha tayu gula kelapa sedikit asam. Sementara kombucha tayu gula tebu rasa asam tidak terlalu berasa dan lebih dominan manis.

Pada aspek keseluruhan, daya terima tertinggi terdapat pada kombucha tayu gula kelapa dengan nilai rata-rata 4,6. Sementara daya terima pada kombucha gula aren dan gula tebu masing-masing sebesar 3,8 dan 4,4. Hal ini menandakan bahwa panelis menilai pada rentang skala biasa saja suka pada kombucha gula kelapa dan aren untuk aspek keseluruhan. Sementara panelis menilai agak tidak suka untuk aspek keseluruhan pada kombucha tayu gula aren. Berdasarkan statistik, tidak terdapat perbedaan yang signifikan ( $p > 0,05$ ) pada daya terima keseluruhan pada ketiga jenis kombucha.

Kandungan gula total dan aktivitas antioksidan pada ketiga jenis kombucha masing-masing dianalisis dengan metode *Luff Schoorl* dan spektrofotometri (IC50). Setiap jenis kombucha dilakukan dua kali pengulangan atau *simple duplo*. Tabel 2 di bawah ini menunjukkan nilai rata-rata gula total dan aktivitas antioksidan pada kombucha tayu dengan variasi jenis gula.

**Tabel 2.** Kandungan gula total dan aktivitas antioksidan pada kombucha tayu dengan variasi jenis gula

Komponen Analisis	GK	GA	GT
Aktivitas Antioksidan (mg/L)	6682,9	10798,4	11509,1
Gula Total (%)	13,3	12,1	14,6

Keterangan: GK (Kombucha Tayu Gula Kelapa), GA (Kombucha Tayu Gula Aren), GT (Kombucha Tayu Tebu)

Tabel 2 menyajikan data kandungan gula total pada setiap jenis kombucha dengan nilai yang bervariasi. Kandungan gula total dalam penelitian ini menggambarkan jumlah semua jenis gula yang terdapat pada kombucha yaitu sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Hasil penelitian ini menggambarkan sisa gula yang tidak digunakan dalam proses fermentasi. Kandungan gula total tertinggi

terdapat pada kombucha gula tebu sebesar 14,6%. Kemudian diikuti oleh kombucha tayu gula kelapa dengan kandungan gula total 13,3% dan terendah pada kombucha gula aren 12,1%.

Aktivitas Antioksidan (IC50) dalam penelitian ini merupakan konsentrasi larutan sampel (mg/L) yang diperlukan untuk melakukan penghambatan 50% radikal bebas DPPH. Semakin besar konsentrasi IC50 hasil analisis maka semakin lemah aktivitas antioksidannya karena dibutuhkan konsentrasi yang lebih tinggi dalam menghambat 50% radikal bebas. Tabel 3 menjelaskan bahwa kombucha gula kelapa memiliki nilai IC50 terendah (6682,9 mg/L) yang menandakan bahwa aktivitas antioksidan tertinggi dibandingkan jenis kombucha lainnya. Sementara aktivitas antioksidan kombucha gula aren dan tebu masing-masing sebesar 10798,4 mg/L dan 11509,1 mg/L. Aktivitas antioksidan pada kombucha gula aren dan tebu baru mulai ada pada konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan kombucha gula kelapa. Dari hasil tersebut diketahui bahwa nilai aktivitas antioksidan tergolong lemah pada kombucha tayu dari semua jenis gula jika dibandingkan dengan nilai standar vitamin C IC50 sebesar 16 mg/L.

## Pembahasan

Daya terima warna kombucha tayu mengacu warna yang dihasilkan setelah fermentasi. Kombucha tayu gula kelapa memiliki daya terima warna yang paling tinggi. Berdasarkan pengamatan subjektif pada gambar 1, kombucha tayu gula kelapa memiliki warna kuning kecoklatan. Sementara kombucha tayu gula aren berwarna hitam dan gula tebu memiliki warna kuning. Warna *kuning kecoklatan* pada kombucha gula kelapa memiliki kesamaan warna dengan teh kombucha atau teh hijau alami pada umumnya. Kesamaan warna ini cenderung meningkatkan kesukaan panelis terhadap kombucha. Sebaliknya warna *kehitaman* pada kombucha gula aren dapat menurunkan ekspektasi dan penerimaan karena tidak sesuai dengan warna pada teh umumnya (Velasco et al., 2023). Warna hitam pada kombucha gula aren berasal dari warna kecoklatan substrat gula aren yang digunakan. Gula aren terbuat dari nira aren segar yang banyak mengandung asam amino dan gula pereduksi. Pada proses pengolahan terjadi reaksi *maillard* yaitu reaksi antara gula pereduksi terutama asam amino bebas dan peptida ketika dipanaskan.

Reaksi ini dapat menyebabkan penurunan fungsi kelarutan dan perubahan berwarna kecoklatan (Jayanudin et al., 2019; Sarkar et al., 2023). Selain itu, proses pemanasan kembali dengan air mendidih saat penyeduhan teh dan gula aren akan mempercepat reaksi maillard kembali sehingga menyebabkan warna yang lebih gelap (El Hosry et al., 2025). Gula kelapa sebagai substrat dari kombucha gula kelapa (GK) secara alamiah memiliki warna kuning kecoklatan yang juga didapatkan dari proses maillard dan karamelisasi pada saat pengolahan. Namun, kandungan gula pereduksi pada nira kelapa lebih rendah dan sukrosa lebih tinggi daripada nira aren sehingga warna yang dihasilkan tidak terlalu gelap (Sarpong et al., 2024; Swasti et al., 2024).

Aroma kombucha secara umum dipengaruhi oleh senyawa volatil yang dihasilkan selama proses fermentasi. Berdasarkan tabel 1, kombucha tayu gula tebu diketahui memiliki daya terima tertinggi pada aspek aroma. Hal ini berkaitan dengan proses pemurnian pada gula tebu menghasilkan sukrosa dengan tingkat kemurnian tinggi dan kandungan senyawa bukan gula yang sangat rendah. Ketiadaan senyawa pada gula tebu seperti asam amino, fenolik, dan pigmen melanoidin dapat menekan reaksi Maillard dan karamelisasi selama pemanasan teh. Hal ini menyebabkan senyawa volatil kompleks minim terbentuk yang berkontribusi terhadap aroma kombucha (El Hosry et al., 2025; Seguí et al., 2015). Selama fermentasi kombucha, ragi dan bakteri asam asetat menggunakan sukrosa sebagai substrat utama untuk menghasilkan senyawa volatil seperti etanol, asam asetat, dan berbagai ester (Wang et al., 2022). Gula tebu tidak membawa komponen volatil hasil pemanasan menyebabkan aroma hasil fermentasi lebih mudah terdeteksi oleh panelis dan cenderung memberikan persepsi aroma yang lebih segar dan disukai (Al-Khalili et al., 2025). Sebaliknya, gula aren dan gula kelapa yang masih mengandung senyawa hasil Maillard dapat menutupi aroma volatil dari hasil fermentasi, menghasilkan aroma yang lebih berat dan kurang menyenangkan bagi sebagian panelis (El Hosry et al., 2025).

Daya terima terhadap rasa kombucha tertinggi pada kombucha tayu gula kelapa (GK). Hal ini sejalan dengan sebuah studi yang menyebutkan bahwa gula kelapa lebih diterima daripada gula tebu putih dan gula coklat (Djeya Joelle et al., 2020).

Rasa pada kombucha gula kelapa dipengaruhi oleh kandungan zat yang terdapat

pada gula kelapa seperti gula, pati, gluten, dan minyak (Wrage et al., 2019). Selain itu, gula kelapa mengandung komponen non-sukrosa seperti gula reduksi (glukosa, fruktosa), asam organik, fenolik, dan senyawa hasil reaksi Maillard (melanoidin). Komponen senyawa tersebut memberikan kontribusi terhadap rasa kompleks (Sarkar et al., 2023). Nilai daya terima terendah terdapat kombucha gula aren (12,1) yang memiliki asam lebih kuat karena proporsi gula reduksi lebih tinggi yang. Hal ini menyebabkan substrat lebih cepat difermentasi mikroba sehingga terjadi peningkatan asam organik dan penurunan pH (Wang et al., 2022). Selain itu, rasa sedikit pahit pada kombucha tayu gula aren disebabkan adanya senyawa hidroksi metil furfural yang dihasilkan dari proses pemanasan yang lama saat pembuatan gula aren (Jayanudin et al., 2019; Kurniawan et al., 2018). Berdasarkan tabel 1, daya terima rasa pada kombucha tayu gula kelapa berada di peringkat kedua. Gula tebu mengandung sukrosa murni (>99%) dan hanya sedikit komponen non-gula. Kandungan tersebut berkontribusi terhadap rasa dasar yang netral dan kombucha memiliki rasa khas teh (Maryani et al., 2021). Selain itu, komposisi sukrosa murni menghasilkan fermentasi yang lebih stabil dan terkontrol. Hal ini menghasilkan kombucha tayu tingkat keasaman lebih seimbang dan rasa akhir yang ringan (Cohen et al., 2023).

Pada aspek keseluruhan, kombucha tayu gula kelapa memiliki daya terima yang paling baik. Hal ini diperkuat dengan hasil analisis statistik yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan untuk warna dan rasa ( $p < 0,05$ ). Hal ini sejalan dengan sebuah penelitian dimana kombucha air kelapa dengan substrat gula kelapa memiliki tingkat kesukaan tertinggi (Sipahutar et al., 2024). Sebuah studi juga merekomendasikan penggunaan gula kelapa pada pembuatan kombucha dibandingkan gula lain karena menunjukkan kadar polifenol dan aktivitas antioksidan yang tinggi (Muhialdin et al., 2019).

Kandungan gula total tertinggi terdapat pada kombucha tayu gula tebu sebesar 14,6%. Kemudian diikuti oleh kombucha gula kelapa dan aren masing-masing sebesar 13,3% dan 12,1%. Gula aren tersusun atas glukosa dan fruktosa yang lebih mudah dicerna oleh mikroba dibandingkan gula tebu dengan sukrosa murni. Semakin mudah gula dicerna, maka proses fermentasi lebih efisien dan gula total yang tersisa menjadi paling rendah (Dwiloka et al., 2024; Nascimento et al., 2020). Ragi dalam bakteri harus mengurai sukrosa

terlebih dahulu menjadi alkohol dan senyawa lainnya, kemudian dilanjutkan dengan oksidasi alkohol menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat. Sementara glukosa yang ada di gula aren dan kelapa langsung dapat dicerna oleh bakteri asam asetat (Bishop et al., 2022). Selain itu, gula aren mengandung vitamin dan mineral yang lebih lengkap sehingga dimanfaatkan optimal oleh bakteri saat proses fermentasi (Sarkar et al., 2023). Hal ini dapat mengarah pada konsumsi gula yang lebih efisien sehingga residu gula lebih sedikit dibandingkan kombucha dengan sukrosa murni dari gula tebu. Dalam sebuah studi menyebutkan bahwa vitamin dibutuhkan dalam pertumbuhan khamir (Perli et al., 2020). Selain itu, penelitian lainnya membuktikan bahwa vitamin dan mineral dalam sayur menurun setelah fermentasi. Zat gizi yang hilang selama proses fermentasi berkaitan dengan kebutuhan bakteri asam laktat terhadap vitamin dan mineral untuk proses metabolisme ketika proses fermentasi berlangsung (Kiczorowski et al., 2022; Soltan et al., 2019).

Aktivitas antioksidan pada kombucha kelapa lebih tinggi diduga karena kandungan senyawa kimia yang lengkap pada bahan dasar gula kelapa. Gula kelapa mengandung zat gizi seperti vitamin C, vitamin E, mineral seng. Selain itu, gula kelapa mengandung senyawa non gizi seperti flavonoid, antosianidin, dan polifenol (Saraiva et al., 2023). Senyawa kimia tersebut berpengaruh terhadap kekuatan aktivitas antioksidan pada gula kelapa (Sarpong et al., 2024). Secara keseluruhan, kombucha tayu dari semua jenis gula menunjukkan nilai aktivitas antioksidan yang lemah jika dibandingkan dengan vitamin C mempunyai nilai IC<sub>50</sub> sebesar 16 mg/L. Aktivitas Antioksidan (IC<sub>50</sub>) dalam penelitian ini merupakan konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH dengan satuan mg/L. Semakin besar konsentrasi IC<sub>50</sub> maka semakin besar konsentrasi yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal besar sehingga semakin lemah aktivitas antioksidannya (Filbert et al., 2014).

Hasil studi lainnya membuktikan bahwa nilai IC<sub>50</sub> pada kombucha teh hijau sebesar 55,82 (Maghfirah et al., 2025). Aktivitas antioksidan pada semua jenis kombucha dalam studi ini relatif sangat lemah dan berbanding terbalik dengan kandungan polifenol yang cukup tinggi. Polifenol merupakan salah satu senyawa utama dalam menentukan aktivitas antioksidan. Namun, faktor

struktur polifenol berpengaruh terhadap kekuatan aktivitas antioksidan seperti jumlah dan posisi gugus hidroksil fenolik, efek sterik, dan sifat molekuler (Santos et al., 2021). Selain itu, beberapa polifenol memiliki bentuk yang terikat pada serat/polimer sehingga sulit diekstrak dengan pelarut biasa dan tidak terdeteksi dalam pengujian aktivitas antioksidan (Jiang et al., 2023). Penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya dilakukan dua kali pengulangan pada setiap perlakuan atau sebanyak 6 total unit analisis. Hal ini berimplikasi pada penggunaan uji analisis nonparametrik karena data tidak memenuhi untuk uji normalitas. Jumlah ulangan rendah pada setiap perlakuan berimplikasi pada generalisasi penelitian yang terbatas.

## Kesimpulan

Kombucha tayu yang terbaik dari hasil penelitian ini adalah kombucha dengan penggunaan gula kelapa. Hal ini diperkuat dengan daya terima panelis yang lebih tinggi pada aspek warna, rasa, dan keseluruhan. Pada aspek aroma, daya terima kombucha kelapa sedikit lebih rendah dibandingkan kombucha gula tebu, namun tidak berbeda signifikan. Selain itu, aktivitas antioksidan kombucha tayu gula kelapa juga lebih tinggi. Sementara kandungan gula total kombucha kelapa berada di pertengahan dan lebih rendah dibandingkan gula tebu. Kombucha gula kelapa Namun, kandungan gula total kombucha masih dikatakan tinggi karena di atas 10% (10 gram untuk gram kombucha atau sekitar 140 ml) dan harus dibatasi konsumsi terutama penderita DM. Batasan konsumsi gula untuk penderita DM tidak lebih dari 50 g/hari sehingga konsumsi kombucha tayu masih aman dikonsumsi untuk satu gelas ukuran 200 ml dalam satu hari untuk memenuhi sekitar 30% kebutuhan gula harian.

Penelitian selanjutnya diperlukan mengurangi penggunaan jumlah gula seperti melakukan substitusi dengan gula atau daun stevia. Perlu dilakukan peningkatan metode yang lebih baik terutama dalam pembuatan teh kering agar kandungan polifenol dan antioksidan tetap terjaga. Selain itu, penelitian lebih lanjut perlu dilakukan terkait uji biologis atau pra klinis serta analisis nilai indeks glikemik dari kombucha teh tayu.

## Deklarasi Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan kepada pihak manapun bahwa tidak terdapat potensi konflik kepentingan mulai dari persiapan, pelaksanaan, penulisan, hingga publikasi penelitian.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih terutama kepada pihak institusi/kampus Poltekkes Kemenkes Pangkalpinang yang telah memberikan bantuan dana atau hibah penelitian. Ucapan terima kasih juga diucapkan kepada petani teh tayu di Desa Ketap Kabupaten Bangka Barat. Selanjutnya, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada tim peneliti, pembantu peneliti dari mahasiswa, dan panelis yang sudah bersedia hadir dalam proses pengambilan data.

## Daftar Rujukan

- Al-Khalili, M., Pathare, P. B., Rahman, S., & Al-Habsi, N. (2025). Aroma compounds in food: Analysis, characterization and flavor perception. *Measurement: Food*, *18*(1), 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2025.100220>
- Alkhatib, A., Tsang, C., Tiss, A., Bahorun, T., Arefanian, H., Barake, R., Khadir, A., & Tuomilehto, J. (2017). Functional foods and lifestyle approaches for diabetes prevention and management. *Nutrients*, *9*(12), 1–18. <https://doi.org/10.3390/nu9121310>
- Bishop, P., Pitts, E. R., Budner, D., & Thompson-Witrick, K. A. (2022). Kombucha: Biochemical and microbiological impacts on the chemical and flavor profile. *Food Chemistry Advances*, *1*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100025>
- Cavicchia, L. O. A., & de Almeida, M. E. F. (2022). Health benefits of Kombucha: drink and its biocellulose production. *Braz. J. Pharm*, *58*(1), 1–3. <https://doi.org/10.1590/s2175-97902022e20766>
- Cohen, G., Sela, D. A., & Nolden, A. A. (2023). Sucrose Concentration and Fermentation Temperature Impact the Sensory Characteristics and Liking of Kombucha. *Foods*, *12*, 1–13. <https://doi.org/10.3390/foods12163116>
- Djeya Joelle, O., Konan Jean Louis, K., DMurielJ, O., JeanLouis, K. K., & RebeccaR, A. (2020). Sensory Properties of Table Sugars Derived from the Inflorescences Sap of Three Coconut (*Cocos Nucifera*.L) Cultivars in Côte d'Ivoire "Sensory Properties of. *American Journal of Food and Nutrition*, *8*(3), 90–100. <https://doi.org/10.12691/ajfn-8-3-6>
- Dwiloka, B., Rizqiati, H., Adiwiratna, P. L., Hapsari, A. E. K., & Dewi, N. S. (2024). Physicochemical Characteristics of Bitter Leaf (*Vernonia amygdalina* Del.) Kombucha with Palm Sugar Addition. *Journal of Applied Food Technology*, *11*(1), 20–26. <https://doi.org/10.17728/jaft.22187>
- El Hosry, L., Elias, V., Chamoun, V., Halawi, M., Cayot, P., Nehme, A., & Bou-Maroun, E. (2025). Maillard Reaction: Mechanism, Influencing Parameters, Advantages, Disadvantages, and Food Industrial Applications: A Review. *Foods*, *14*(11), 1–43. <https://doi.org/10.3390/foods14111881>
- Filbert, J Koleangan, H. S., J Runtuwene, M. R., & Kamu, V. S. (2014). Penentuan Aktivitas Antioksidan Berdasarkan Nilai IC 50 Ekstrak Metanol dan Fraksi Hasil Partisinya pada Kulit Biji Pinang Yaki (*Areca vestiaria* Giseke). *Jurnal MIPA Unsrat*, *3*(2), 149–154.
- International Diabetes Federation. (2025). *11th edition Diabetes Atlas*.
- 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), 1–15. <https://doi.org/10.3390/antiox9050447>
- Jayanudin, J., Kurniawan, T., & Kustiningsih, I. (2019). Phenolic Analysis and Characterization of Palm Sugar (*Arenga pinnata*) Produced by The Spray dryer. *Oriental Journal of Chemistry*, *35*(1), 150–156. <https://doi.org/10.13005/ojc/350116>
- Jiang, Q., Wang, S., Yang, Y., Luo, J., Yang, R., & Li, W. (2023). Profiles of Free and Bound Phenolics and Their Antioxidant Capacity in Rice Bean (*Vigna umbellata*). *Foods*, *12*(14), 1–15. <https://doi.org/10.3390/foods12142718>
- Kemenkes RI, B. K. P. K. (2024). *Survey Kesehatan Indonesia Dalam Angka* (Vol. 1).
- Kiczorowski, P., Kiczorowska, B., Samolińska, W., Szmigielski, M., & Winiarska-Mieczan, A. (2022). Effect of fermentation of chosen

- vegetables on the nutrient, mineral, and biocomponent profile in human and animal nutrition. *Scientific Reports*, 12(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17782-z>
- Kurniawan, T., Jayanudin, J., Kustiningsih, I., & Adha Firdaus, M. (2018). Palm Sap Sources, Characteristics, and Utilization in Indonesia. *Journal of Food and Nutrition Research*, 6(9), 590–596. <https://doi.org/10.12691/jfnr-6-9-8>
- M. Shende, S. (2024). “Bioactive Compounds in Diabetes Management: Antidiabetic Properties and Therapeutic Potential.” *African Journal of Biomedical Research*, 27(3s), 2303–2310. <https://doi.org/10.53555/AJBR.v27i3S.2615>
- Maghfirah, D., Fithri Pulungan, A., Ridwanto, & Yuniarti, R. (2025). Comparison of Phenolic and Antioxidant Contents In Tea Breawing and Kombucha Tea Variants by Visible Spectrophotometry. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 8(3), 1384–1397.
- Mariana. (2017). *Kadar Polifenol Daun Teh yang Ditanam di Dusun Tayu Desa Ketap Kecamatan Jebus Kabupaten Bangka Barat* [Universitas Bangka Belitung]. [http://repository.ubb.ac.id/1521/1/MARIANAc%282031211013%29\\_cover\\_1.pdf](http://repository.ubb.ac.id/1521/1/MARIANAc%282031211013%29_cover_1.pdf)
- Maryani, Y., Rochmat, A., Khastini, R. O., Kurniawan, T., & Saraswati, I. (2021). *Identification of Macro Elements (Sucrose, Glucose and Fructose) and Micro Elements (Metal Minerals) in the Products of Palm Sugar, Coconut Sugar and Sugar Cane*.
- Mihafu, F. D., Issa, J. Y., & Kamiyango, M. W. (2020). Implication of sensory evaluation and quality assessment in food product development: A review. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 8(3), 690–702. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.8.3.03>
- Muhalidin, B. J., Muhamad, R., Anzian, A., & Voon, W. (2019). Effects of sugar sources and fermentation time on the properties of tea fungus (kombucha) beverage. *International Food Research Journal*, 26(2), 481–487.
- Nascimento, V. M., Antonioli, G. T. U., Leite, R. S. R., & Fonseca, G. G. (2020). Effects of the carbon source on the physiology and invertase activity of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* FT858. *3 Biotech*, 10(8), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02335-w>
- Novidiyanto, & Sutyawan. (2022). Chemical Characteristic of Green Tea “Tayu” from Bangka Belitung Province and Green Tea of Commercial. *Jurnal Gizi Dan Kesehatan (JGK)*, 2(1), 74–81. <https://doi.org/10.36086/jgk.v2i1>
- Perli, T., Wronska, A. K., Ortiz-Merino, R. A., Pronk, J. T., & Daran, J. M. (2020). Vitamin requirements and biosynthesis in *Saccharomyces cerevisiae*. *Yeast*, 37(4), 283–304. <https://doi.org/10.1002/yea.3461>
- Santos, S. C., Fortes, G. A. C., Camargo, L. T. F. M., Camargo, A. J., & Ferri, P. H. (2021). Antioxidant effects of polyphenolic compounds and structure-activity relationship predicted by multivariate regression tree. *LWT - Food Science and Technology*, 137, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110366>
- Saraiva, A., Carrascosa, C., Ramos, F., Raheem, D., Lopes, M., & Raposo, A. (2023). Coconut Sugar: Chemical Analysis and Nutritional Profile; Health Impacts; Safety and Quality Control; Food Industry Applications. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 20(4), 1. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043671>
- Sarkar, T., Mukherjee, M., Roy, S., & Chakraborty, R. (2023). Palm sap sugar an unconventional source of sugar exploration for bioactive compounds and its role on functional food development. *Heliyon* 9, 9(4), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14788>
- Sarpong, F., Anning, D., & Oduro-Yeboah, C. (2024). Trends in Coconut Brown Sugar Production – A Review of Health and Future Prospect in the Industry. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 12(s2), 2407–2414. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v12is2.2407-2414.6907>
- Seguí, L., Calabuig-Jiménez, L., Betoret, N., & Fito, P. (2015). Physicochemical and antioxidant properties of non-refined sugarcane alternatives to white sugar. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(12), 2579–2588. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12926>
- Sipahutar, A. S., Elwina, E., & Zulkifli, Z. (2024). Pengaruh Jenis Gula Dan Waktu fermentasi Terhadap Kualitas Minuman Fermentasi Kombucha Air Kelapa. *Jurnal Ristera*, (2), 53–57.

- Soltan, M., Elsamadony, M., Mostafa, A., Awad, H., & Tawfik, A. (2019). Nutrients balance for hydrogen potential upgrading from fruit and vegetable peels via fermentation process. *Journal of Environmental Management*, 242, 384–393.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.066>
- Sutyawan, & Novidiyanto. (2022). Perbandingan Sifat Sensoris dan Kadar Total Fenol pada Teh Hitam Kombucha dari Daun Teh Tayu dan Teh Hitam Komersil. *Jurnal Kesehatan Poltekkes Kemenkes RI Pangkalpinang*, 10(1), 49–56.  
<https://doi.org/10.32922/jkp.v10i1.439>
- Sutyawan, S., & Novidiyanto, N. (2021). Analisis Perbedaan Karakteristik Kimia Dan Aktivitas Antioksidan Pada Teh Kombucha Hitam Dari Daun Tayu Dan Teh Komersil. *Pontianak Nutrition Journal (PNJ)*, 4(2), 112–118.  
<https://doi.org/10.30602/pnj.v4i2.905>
- Swasti, Y. R., Purwijantiningsih, E., & Pranata, F. S. (2024). Antioxidant activities and mutagenic compounds in coconut and palm sugar from special region of Yogyakarta Indonesia. *Food Research*, 8(4), 336–342.  
[https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(4\).251](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(4).251)
- Velasco, C., Barbosa Escobar, F., Spence, C., & Olier, J. S. (2023). The taste of colours. *Food Quality and Preference*, 112(1), 12.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.105009>
- Wahyuni, T., Rusmawan, D., & Muzammil. (2021). Eksplorasi Dan Karakterisasi Teh Tayu (*Camellia sinensis* L.) di Kabupaten Bangka Barat. In N. Hidayatun & L. Herlina (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Komisi Nasional Sumber Daya Genetik* (pp. 586–595). Komisi Nasional Sumber Daya Genetik.
- Wang, B., Rutherford-Markwick, K., Zhang, X. X., & Mutukumira, A. N. (2022). Kombucha: Production and Microbiological Research †. *Foods*, 11(21), 1–18.  
<https://doi.org/10.3390/foods11213456>
- Wrage, J., Burmester, S., Kuballa, J., & Rohn, S. (2019). Coconut sugar (*Cocos nucifera* L.): Production process, chemical characterization, and sensory properties. *LWT-Food Science And Technology*, 112, 1–6.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.125>
- Yameny, A. A. (2024). Diabetes Mellitus Overview 2024. *Journal of Bioscience and Applied Research*, 10(3), 641–645.  
<https://doi.org/10.21608/jbaar.2024.382794>