

Analisis Perbedaan Karakteristik Kimia Dan Aktivitas Antioksidan Pada Teh Kombucha Hitam Dari Daun Tayu Dan Teh Komersil

Sutyawan^{1✉}, Novidiyanto²

^{1&2}Jurusan Gizi, Poltekkes Kemenkes Pangkalpinang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 20 Agustus 2021

Disetujui 2 September 2021

Di Publikasikan 3 Oktober 2021

Keywords:

Aktivitas antioksidan, daun teh tayu, teh kombucha

Abstrak

Teh kombucha merupakan jenis minuman tinggi antioksidan dan terbukti efektif dalam mengurangi resiko diabetes melitus. Daun teh tayu berasal dari Pulau Bangka berpotensi dikembangkan menjadi minuman fermentasi teh kombucha. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan pada teh hitam kombucha dari daun tayu dan teh komersil. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Mei hingga Juli 2021 dengan menerapkan metode ekperimental murni. Tahapan penelitian diawali dari proses pembuatan teh kering hitam dari daun tayu, proses fermentasi minuman teh, dan analisis sampel. Analisis perbedaan data menggunakan uji *independent sample t-test*. Hasil penelitian menunjukkan kandungan protein, lemak, dan kadar abu pada teh kombucha hitam komersil lebih tinggi dibandingkan teh kombucha tayu. Namun perbedaan signifikan antar kedua jenis teh kombucha hanya pada kandungan protein ($p < 0.05$). Sementara kandungan karbohidrat dan aktivitas antioksidan teh kombucha hitam tayu lebih tinggi dibandingkan teh kombucha komersil, namun tidak berbeda nyata ($p > 0.05$).

Article Info

Keywords:

antioxidant activity, kombucha tea, tayu tea leaves

Abstract

Kombucha tea is a type of beverage that is high in antioxidants and has been shown to be effective in reducing the risk of diabetes mellitus. Tayu tea leaves from Bangka Island have the potential to be developed into fermented kombucha tea drinks. This study aims to analyze differences in macronutrient content and antioxidant activity in kombucha black tea from tayu leaves and commercial tea. This research was carried out from May to July 2021 by applying a pure experimental method. The research stage begins with the process of making dry black tea from tayu leaves, the fermentation process of tea drinks, and sample analysis. Analysis of data differences using independent sample t-test. The results showed that the protein, fat, and ash content of commercial black kombucha tea was higher than that of tayu kombucha tea. However, the significant difference between the two types of kombucha tea was only in protein content ($p < 0.05$). While the carbohydrate content and antioxidant activity of black tayu kombucha tea were higher than commercial kombucha tea, but not significantly different ($p > 0.05$).

Pendahuluan

Diabetes melitus merupakan penyakit tidak menular kronis yang berkontribusi terhadap morbiditas dan mortalitas dini pada usia 30-70 tahun. Data dunia menunjukkan bahwa prevalensi diabetes pada orang dewasa di atas 18 tahun meningkat dari 4,7% pada tahun 1980 menjadi 8,5% pada tahun 2014. Pada tahun 2017 dilaporkan sebanyak 1,4 juta kematian atau 2,5% dari total kematian dikaitkan dengan diabetes. Negara-negara di Asia Tenggara dan Pasifik diketahui memiliki prevalensi diabetes tertinggi termasuk Indonesia (Moeti et al., 2020). Berdasarkan laporan Riskesdas tahun 2018 diketahui bahwa telah terjadi peningkatan prevalensi sebesar 8.5 % atau sebanyak 20.4 juta penduduk Indonesia yang terdiagnosis diabetes melitus (Kemenkes RI, 2018). Pada tahun 2019, International Diabetes Federal (IDF) telah melakukan proyeksi dimana Indonesia akan terjadi peningkatan pasien DM dari 10.7 juta pada tahun 2019 menjadi 13.7 juta pada tahun 2030 (International Diabetes Federation, 2019).

Salah satu faktor penyebab terjadinya hiperglikemia pada pasien DM adalah kondisi stres oksidatif pada tingkat sel. Peningkatan stres oksidatif dapat menyebabkan menyebabkan resistensi insulin, disfungsi sel, gangguan toleransi glukosa dan akhirnya mengarah ke diabetes melitus tipe 2 (Tangvarasittichai, 2015). Keadaan stress oksidatif yang muncul dari kondisi hiperglikemia pada penderita diabetes melitus dapat dicegah dengan mengonsumsi pangan yang tinggi antioksidan (Rahimi-Madiseh et al., 2016). Salah satu jenis minuman fungsional yang sudah terbukti memiliki kandungan tinggi antioksidan adalah minuman fermentasi kombucha dari teh hitam (Jakubczyk et al., 2020). Minuman kombucha dibuat melalui proses fermentasi yang melibatkan agen bakteri dengan memanfaatkan glukosa dari teh sebagai sumber nutrisi untuk bakteri (Nurikasari et al., 2017). Aktivitas antioksidan pada teh kombucha berasal dari kandungan polifenol. Selama proses fermentasi terjadi peningkatan polifenol, termasuk flavonoid, sedangkan tearubigin diubah menjadi theaflavin, sehingga terjadi perubahan warna kombucha dari gelap menjadi terang (Chakravorty et al., 2016). Hasil sebuah studi pra klinis menunjukkan bahwa terdapat penurunan kadar glukosa secara efektif pada hewan percobaan dengan kondisi diabetes yang rutin diberikan konsumsi teh kombucha (Setiani et al., 2019). Pemberian teh kombucha pada hewan percobaan dengan kondisi DM dapat menginduksi efek kuratif pada fungsi organ hati dan ginjal (Aloulou et al., 2012). Konsumsi kombucha dari terutama teh hitam dapat memperbaiki fragmentasi DNA dan aktivasi caspase-3 pada jaringan pankreas tikus diabetes

(Bhattacharya et al., 2013). Hasil penelitian lainnya juga memperlihatkan bahwa terjadi konsumsi teh kombucha dapat mencegah penurunan berat badan pada tikus diabetes (Hosseini et al., 2015).

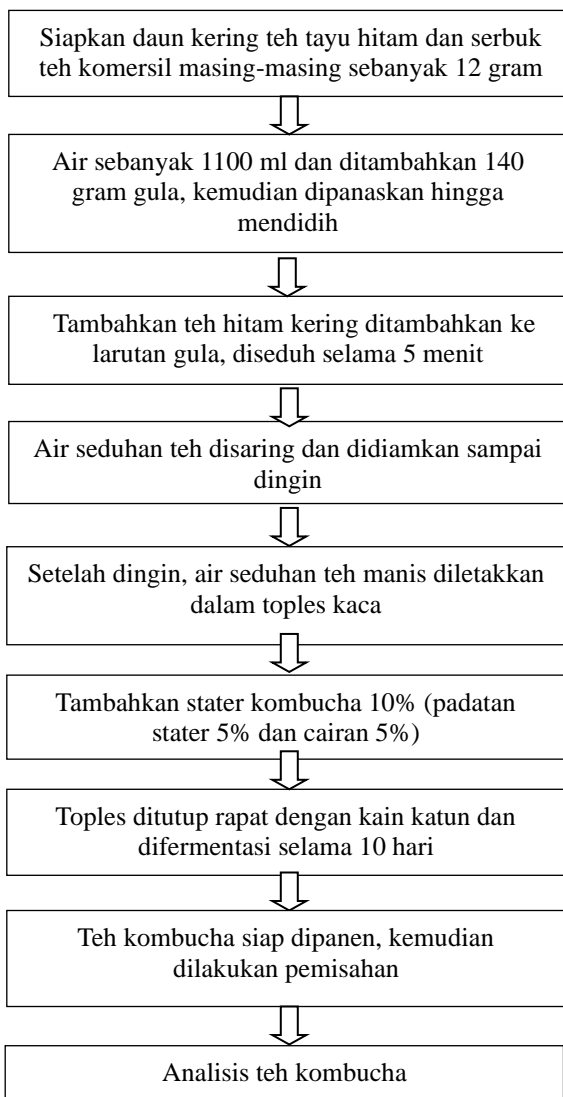
Minuman fermentasi kombucha dapat dikembangkan dari berbagai jenis daun teh termasuk teh tayu dari Kabupaten Bangka Barat Provinsi Bangka Belitung. Teh tayu yang tumbuh di Desa Ketap ini berbeda dengan jenis teh lainnya karena dapat tumbuh pada daerah dataran rendah sekitar 0-24 meter di atas permukaan laut. Hingga saat ini, teh tayu masih dikembangkan oleh masyarakat Desa Ketap dan Pemerintah Kabupaten Bangka Barat. Pada awalnya, teh tayu dikembangkan oleh masyarakat keturunan Tionghoa yang mempunyai kebiasaan minum teh segar dan kemudian berkembang luas hingga kini (BPTP Bangka Belitung, 2018). Berdasarkan uraian diatas, peneliti merasa perlu melakukan pengembangan teh tayu menjadi teh hitam kombucha. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan pada teh kombucha hitam dari daun tayu dan teh komersil

Metode

Penelitian ini merupakan eksperimental murni yang dilaksanakan dari Bulan Mei hingga Juli 2021. Tahap pertama dalam studi ini yaitu pembuatan teh hitam kering dari daun tayu yang dimulai dari proses pemetikan daun tayu segar. Kemudian dilanjutkan dengan proses pelayuan dan pengulungan daun tayu. Setelah itu, daun tayu dilakukan fermentasi singkat dengan menutup daun dengan kain selama 30 menit. Proses terakhir yakni pengeringan hingga menjadi teh serbuk hitam (Liem & Herawati, 2021)

Tahap kedua dalam penelitian ini adalah pembuatan teh fermentasi kombucha dari teh hitam kering tayu dan teh hitam kering komersil. Bahan-bahan yang digunakan dan proses pembuatan teh kombucha dapat dilihat pada gambar 1. Setelah pembuatan teh kombucha, tahap selanjutnya dilakukan analisis kandungan zat gizi mikro dan aktivitas antioksidan yang dilakukan sebanyak dua kali ulangan di laboratorium terpadu IPB Bogor. Karakteristik kimia yang dianalisis terdiri dari protein dengan menerapkan metode IK.LP-04.5-LT-1.0, lemak (AOAC 2012.991.36), serat kasar (IK.LP-04.13-LT-1), kadar abu (AOAC 2012. 942.05) dan karbohidrat (*By Different*). Analisis kandungan protein menerapkan metode Titrimetri-Kjeldahl dimana total N umumnya digunakan sebagai dasar penentuan kandungan protein. Analisis ini dilakukan dengan melihat reaksi yang merubah N menjadi amonium sulfat dan amonia. Selanjutnya amonia didestilasi dan difiltrasi; Sementara pada

analisis Lemak menerapkan metode ekstraksi sokhlet. Awalnya lemak diekstrak dengan pelarut organik, kemudian dilanjutkan proses penguapan pelarut dan dilakukan penimbangan terhadap lemak. Kandungan lemak pangan diukur dengan Gas Chromatografi (GC). Pada analisis serat menerapkan metode metode enzimatis. Selanjutnya dilakukan analisis kadar abu dengan cara menimbang sisa hasil pembakaran bahan organik pada tanur suhu 550°C. Kemudian kandungan Karbohidrat dianalisis dengan menerapkan metode *by different* yaitu mengurangi jumlah bahan yang diuji dengan jumlah dari air, abu, lemak dan protein (Widodo et al., 2021).



Gambar 1. Alur pembuatan teh kombucha yang telah dimodifikasi (Ita Purnami et al., 2018)

Analisis kandungan aktivitas antioksidan menerapkan metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*). Penentuan kandungan aktivitas antioksidan diawali dengan mencampurkan reagen FRAP (campuran TPTZ,

FeCl₃ dan buffer asetat) dengan ekstrak sampel. Hasil analisis dilihat dari peningkatan absorbansi pada panjang 593 nm dan dihitung sebagai jumlah Fe²⁺ yang ekuivalen dengan antioksidan standar (asam askorbat) (Pisoschi & Negulescu, 2012). Pengolahan data hasil analisis antara teh kombucha tayu dengan teh komersil dilakukan uji perbedaan dengan menerapkan *independent sample t-test* dimana signifikan jika $p < 0.05$ atau derajat kepercayaan 95%

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik kimia yang dianalisis pada teh kombucha hitam tayu dan teh komersil adalah protein, lemak, serat kasar, dan karbohidrat. Hasil analisis karakteristik kimia dijelaskan pada tabel 1 dan dinyatakan dalam satuan gram untuk setiap 100 gram minuman teh kombucha.

Tabel 1. Karakteristik Kimia pada Kedua Jenis Teh Kombucha

Zat Gizi (g/100 g)	TY	TK	p-value
Protein	6.5 ± 0.2	7.2 ± 0.3	0.016
Lemak	0.4 ± 0.0	0.5 ± 0.0	0.070
Serat Kasar	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.106
Kadar Abu	0.2 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.718
Karbohidrat	5.4 ± 0.3	5.2 ± 0.2	0.612

Keterangan : TY (teh kombucha dari daun tayu)
 TK (teh kombucha dari teh komersil)

Kandungan Protein

Hasil analisis kandungan protein pada teh kombucha hitam dijelaskan pada gambar 1. Rata-rata kandungan protein pada teh kombucha tayu adalah 6.5 gram, sementara pada teh kombucha komersil adalah 7.2 gram. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang berarti pada kedua jenis teh kombucha ($p < 0.05$). Kadar protein kombucha dapat berasal dari teh kering sebagai bahan penyusun. Berdasarkan tabel komposisi pangan Indonesia 2017, kandungan protein pada teh hijau dan hitam daun kering masing-masing dalam 100 gram adalah 28.3 g dan 24.5 g (Izwardy D et al., 2017). Hasil dari sebuah studi menunjukkan hasil yang hampir sama dengan penelitian ini dimana kadar protein terlarut pada kombucha dengan konsentrasi stater 5%-20% berada pada rentang 6.71% - 7.14% (Suciati et al., 2019). Selain itu, kandungan protein pada minuman kombucha juga dapat berasal dari bakteri SCOBY. Beberapa jenis asam amino yang ditemukan dengan konsentrasi tinggi seperti asam amino esensial leusin dan isoleusin (Leal et al., 2018).

Kandungan Lemak

Tabel 1 memperlihatkan bahwa kandungan lemak pada teh kombucha hitam tayu dan komersil masing-masing sebesar 0.4 g dan 0.5 g. Hasil uji statistik menyebutkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan untuk kandungan lemak antar dua jenis teh kombucha ($p>0.05$). Kadar lemak kombucha pada penelitian ini berasal dari teh kering sebagai bahan penyusun. Berdasarkan tabel komposisi pangan Indonesia 2017, kandungan lemak pada teh hijau dan hitam daun kering masing-masing dalam 100 gram adalah 4.8 g dan 2.8 g (Izwardy D et al., 2017). Penurunan kadar lemak pada teh kombucha pada penelitian ini diduga karena faktor waktu dan suhu pemanasan pada pembuatan teh kombucha. Hasil dari sebuah studi menyebutkan bahwa kombinasi perlakuan suhu dan waktu pengeringan berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia teh termasuk kadar lemak (Sari et al., 2019). Penelitian lainnya menyebutkan bahwa penurunan kadar lemak jenuh pada produk susu kombucha bisa menurun jika suhu pemanasan yang terlalu tinggi (Malbaša et al., 2011)

Kandungan Serat Kasar

Berdasarkan gambar 3, kadar serat kasar untuk kedua jenis teh kombucha memiliki nilai kandungan yang sama yaitu 0.1 g. Hal ini diperkuat dari uji statistik dimana tidak terdapat perbedaan yang signifikan untuk kandungan serat kasar antar kedua jenis teh ($p>0.005$). Kandungan serat kasar pada penelitian ini dapat berasal dari teh kering sebagai bahan penyusun. Berdasarkan Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2017, kandungan serat kasar pada teh kering hijau dan hitam dalam 100 gram masing-masing sebesar 9.6 g dan 8.7 g (Izwardy D et al., 2017). Selain itu, serat kasar pada teh kombucha juga berasal dari endapan atau lapisan putih yang terbentuk selama fermentasi, Campuran antara bakteri dan selulosa yang terbentuk dapat didefinisikan sebagai jamur teh yang tinggi akan kandungan serat kasar (Jayabalan et al., 2014). Rendahnya kandungan serat kasar pada penelitian ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Hasil sebuah studi menyebutkan bahwa penggunaan Kombucha sebagai fermentor untuk dapat menurunkan kandungan serat kasar pada tanaman eceng gondok (Agustono et al., 2010). Selain itu, penurunan kadar serat kasar juga diduga karena faktor ketika proses membuat teh kering seperti proses pengeringan dan umur daun teh. Semakin muda umur daun maka semakin tinggi kadar serat kasarnya (M. Lestari et al., 2018).

Kadar Abu

Tabel 1 menjelaskan bahwa rata-rata kadar abu pada teh kombucha hitam dari teh komersil sedikit lebih tinggi yaitu 0.4 g, sedangkan pada

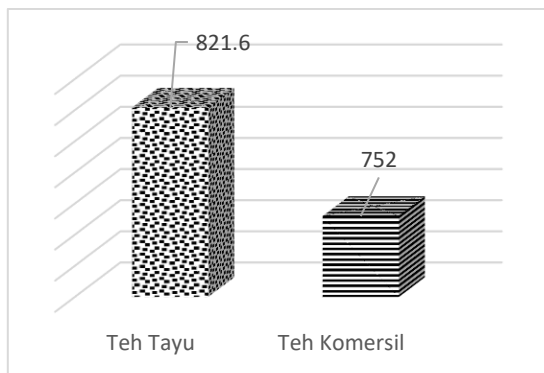
teh daun tayu sebesar 0.2 g. Hasil uji statistik menerangkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan untuk kadar abu antar kedua jenis teh kombucha. Secara keseluruhan, kadar abu pada semua jenis teh kombucha tersebut sudah sesuai standar. Kadar abu total (%) yang disyaratkan oleh SNI teh adalah minimal 4% dan maksimal 8% untuk semua jenis produk teh. Sementara untuk teh instan menetapkan syarat maksimum kadar abu total pada produk teh instan sebesar 20% (Prawira-Atmaja et al., 2021). Kadar abu merupakan parameter untuk menunjukkan nilai kandungan bahan anorganik (mineral) yang ada di dalam suatu bahan atau produk. Semakin tinggi nilai kadar abu maka semakin banyak kandungan bahan anorganik di dalam produk tersebut ((L. A. Lestari & Utami, 2014). Selain itu, kadar abu yang tinggi merupakan indikator akan tingginya bahan asing atau kontaminan dari bahan lainnya (Sharma et al., 2011). Kadar abu pada teh kering atau minuman teh dapat dipengaruhi oleh suhu pengeringan ketika membuat teh kering. Semakin tinggi suhu pemanasan, maka kadar abu akan semakin tinggi (Kusuma et al., 2019). Selain itu, beberapa faktor lainnya yang mempengaruhi kadar abu pada minuman teh seperti metode pengolahan atau waktu pemetikan pucuk daun the (Neog et al., 2020); (Teshome, 2019).

Kandungan Karbohidrat

Berdasarkan tabel 1 terlihat bahwa kandungan karbohidrat pada teh kombucha tayu sedikit lebih tinggi yaitu sebesar 5.4 g, sedangkan pada teh kombucha komersil sebesar 5.2 g. Hasil uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan untuk kandungan karbohidrat antara dua jenis teh kombucha ($p>0.05$). Kandungan karbohidrat dari penelitian ini berasal dari gula pasir atau sukrosa sebagai bahan utama pembuatan teh kombucha. Gula pasir atau sukrosa merupakan zat gizi yang dibutuhkan bakteri SCOBY untuk melakukan proses fermentasi sehingga membentuk gelatinoid dan membran yang liat berbentuk piringan bulat (Nurikasari et al., 2017). Proses fermentasi dimulai ketika kultur mengubah glukosa menjadi etanol dan CO_2 , kemudian bereaksi dengan air membentuk asam karbonat (Villarreal-Soto et al., 2018). Hasil sebuah studi menyatakan bahwa kadar gula total pada teh kombucha mengalami penurunan seiring dengan lamanya waktu fermentasi (Simanjuntak et al., 2016)

Aktivitas Antioksidan

$p = 0.485$



Gambar 1. Rata-rata nilai aktivitas antioksidan pada kedua jenis teh kombucha hitam mg *ascorbic acid*/kg sampel)

Dalam penelitian ini, aktivitas antioksidan pada teh kombucha diukur melalui metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) dan dinyatakan dalam satuan mg *ascorbic acid*/kg sampel. Hasil analisis yang dijelaskan pada gambar 1 terlihat bahwa aktivitas antioksidan pada teh kombucha tayu sebesar 821.6 dan lebih tinggi dibandingkan dengan teh kombucha komersil yakni sebesar 752. Hasil uji statistik tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0.05$).

Teh hitam sebagai bahan dasar pembuatan kombucha memiliki kandungan theaflavins dan thearubigin yang tinggi. Senyawa katekin dan theaflavin merupakan fitokimia bioaktif yang bertanggung jawab atas aktivitas antioksidan teh hitam (Peluso & Serafini, 2017). Dari keseluruhan teh kombucha yang dianalisis, nilai aktivitas antioksidan teh kombucha lebih tinggi dibandingkan dengan nilai vitamin C standar yaitu sebesar 447,168 AEAC. Gambar 1 menyajikan nilai aktivitas antioksidan pada teh kombucha di atas angka 700. Selama fermentasi kombucha, banyak senyawa yang mengandung antioksidan yang tinggi seperti polifenol dilepaskan dari daun teh (Jakubczyk et al., 2020). Polifenol memiliki kemampuan untuk menangkap radikal bebas, khususnya spesies oksigen reaktif (ROS) yang dianggap memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Srihari & Satyanarayana, 2012). Oleh sebab itu, adanya peningkatan nilai aktivitas antioksidan dan polifenol pada teh kombucha hasil fermentasi dibandingkan dengan teh hitam sebagai bahan dasar (Lobo et al., 2017). Selain itu, warna teh kombucha tayu pada penelitian ini terlihat lebih pekat dan berwarna hitam. Teh hitam yang lebih pekat menunjukkan tingginya kadar flavonoid yang berkontribusi terhadap kandungan aktivitas antioksidan pada teh kombucha (Hsieh et al., 2021).

Penutup

Hasil penelitian diperoleh dari karakteristik kimia teh kombucha dari daun teh tayu adalah 6.5

g protein, 0.4 g lemak, 0.1 g serat kasar, 5.4 g karbohidrat, dan kandungan aktivitas antioksidan 815 mg *ascorbic acid*/kg sampel. Sementara pada teh kombucha dari teh komersial adalah 7.2 g protein, 0.5 g lemak, 0.1 g serat kasar, 5.2 g karbohidrat, dan aktivitas antioksidan 775 mg *ascorbic acid*/kg sampel. Kandungan protein dan lemak pada teh kombucha hitam komersil lebih tinggi dibandingkan teh kombucha tayu dan berbeda signifikan ($p < 0.05$). Sementara kandungan karbohidrat dan aktivitas antioksidan teh kombucha hitam tayu lebih tinggi dibandingkan teh kombucha komersil, namun tidak berbeda nyata ($p > 0.05$). Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui beberapa faktor seperti pengaruh waktu atau lamanya fermentasi, suhu pemanasan, atau jenis gula yang digunakan terhadap kandungan zat gizi dan aktivitas antioksidan pada teh kombucha dari daun teh tayu. Dengan demikian akan didapatkan formula teh kombucha tayu yang terbaik dengan kandungan aktivitas antioksidan yang tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Poltekkes Kemenkes Pangkalpinang yang telah memberikan dana untuk pelaksanaan studi ini. Selain itu, ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Desa atau Sekretaris Desa Ketap, masyarakat, dan petani teh tayu yang telah banyak membantu dalam proses pengambilan sampel daun teh tayu.

Daftar Pustaka

- Agustono, Hidayat, S., & Pramita L, W. (2010). the Effect of Using Kombucha on Crude Protein and Crude Fiber. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 2(2), 179–183.
- Aloulou, A., Hamden, K., Elloumi, D., Ali, M. B., Hargafi, K., Jaouadi, B., Ayadi, F., Elfeki, A., & Ammar, E. (2012). Hypoglycemic and antilipidemic properties of kombucha tea in alloxan-induced diabetic rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-63>
- Bhattacharya, S., Gachhui, R., & Sil, P. C. (2013). Effect of Kombucha, a fermented black tea in attenuating oxidative stress mediated tissue damage in alloxan induced diabetic rats. *Food and Chemical Toxicology*, 60, 328–340. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.07.051>
- BPTP Bangka Belitung. (2018). Teh Tayu : Salah Satu SDG Bangka Belitung. *BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN (BPTP) KEPULAUAN BANGKA BELITUNG*, July, 1–2. <http://babel.litbang.pertanian.go.id/index.php/berita/4-info-aktual/769-teh-tayu-salah->

- satu-sdg-bangka-belitung.
- Chakravorty, S., Bhattacharya, S., Chatzinotas, A., Chakraborty, W., Bhattacharya, D., & Gachhui, R. (2016). Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. *International Journal of Food Microbiology*, 220, 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.12.015>
- Hosseini, S. A., Gorjian, M., Rasouli, L., & Shirali, S. (2015). A comparison between the effect of green tea and Kombucha prepared from green tea on the weight of diabetic rats. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 12(November), 141–146. <https://doi.org/10.13005/bbra/1616>
- Hsieh, Y., Chiu, M. C., & Chou, J. Y. (2021). Efficacy of the Kombucha Beverage Derived from Green, Black, and Pu'er Teas on Chemical Profile and Antioxidant Activity. *Journal of Food Quality*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/1735959>
- International Diabetes Federation. (2019). International Diabetes Federation. In *The Lancet* (Vol. 266, Issue 6881). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(55\)92135-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(55)92135-8)
- Ita Purnami, K., Anom Jambe, A., & Wisaniyasa, N. W. (2018). Pengaruh Jenis Teh Terhadap Karakteristik Teh Kombucha. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 7(2), 1. <https://doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i02.p01>
- Izwardy D, Mahmud MK, Hermana, & Nazarina. (2017). Tabel Komposisi Pangan Indoensia 2017. In *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*.
- 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). <https://doi.org/10.3390/antiox9050447>
- Jayabalan, R., Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., & Sathishkumar, M. (2014). A review on kombucha tea-microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 538–550. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>
- Kemenkes RI. (2018). Hasil Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018. *Kementrian Kesehatan RI*, 53(9), 1689–1699.
- Kusuma, I. G. N. S., Putra, I. N. K., & Darmayanti, L. P. T. (2019). PENGARUH SUHU PENERINGAN TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN TEH HERBAL KULIT KAKAO (Theobroma cacao L.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 8(1), 85. <https://doi.org/10.24843/itepa.2019.v08.i01.p10>
- Leal, J. M., Suárez, L. V., Jayabalan, R., Oros, J. H., & Escalante-Aburto, A. (2018). A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CYTA - Journal of Food*, 16(1), 390–399. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499>
- Lestari, L. A., & Utami, F. A. (2014). *Kandungan zat gizi makanan khas Yogyakarta*. Gadjah Mada University Press.
- Lestari, M., Rusliana, E., Saleh, M., & Rasulu, H. (2018). Sifat Kimia Dan Organoleptik Teh Herbal Daun Pala. *Techno: Jurnal Penelitian*, 07(Mm), 177–190.
- Liem, J. L., & Herawati, M. M. (2021). Pengaruh umur daun teh dan waktu oksidasi enzimatis terhadap kandungan total flavonoid pada teh hitam (Camellia sinesis). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(1), 41–48. <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v10.i1.41-48>
- Lobo, R. O., Dias, F. O., & Shenoy, C. K. (2017). Kombucha for healthy living: Evaluation of antioxidant potential and bioactive compounds. *International Food Research Journal*, 24(2), 541–546.
- Malbaša, R. V., Vitas, J. S., Lončar, E. S., & Kravić, S. Ž. (2011). Influence of fermentation temperature on the content of fatty acids in low energy milk-based kombucha products. *Acta Periodica Technologica*, 42(January), 81–90. <https://doi.org/10.2298/APT1142081M>
- Moeti, M., Health, G., Arokiasamy, P., Salvi, S., & Selvamani, Y. (2020). Handbook of Global Health. In *Handbook of Global Health* (Issue February). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-05325-3>
- Neog, M., Das, P., & Saikia, G. K. (2020). Changes in Phytochemicals during Processing of Green Tea. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(1), 414–421. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.901.045>
- Nurikasari, M., Puspitasari, Y., & Siwi, R. P. Y. (2017). Characterization and analysis kombucha tea antioxidant activity based on long fermentation as a beverage functional. *Journal of Global Research in Public Health*, 2(2), 90–96.
- Peluso, I., & Serafini, M. (2017). Antioxidants from black and green tea: from dietary modulation of oxidative stress to pharmacological mechanisms. *British*

- Journal of Pharmacology*, 174(11), 1195–1208. <https://doi.org/10.1111/bph.13649>
- Pisoschi, A. M., & Negulescu, G. P. (2012). Methods for Total Antioxidant Activity Determination: A Review. *Biochemistry & Analytical Biochemistry*, 01(01). <https://doi.org/10.4172/2161-1009.1000106>
- Prawira-Atmaja, M. I., Maulana, H., Shabri, S., Riski, G. P., Fauziah, A., Harianto, S., & Rohdiana, D. (2021). Evaluasi Kesesuaian Mutu Produk Teh Dengan Persyaratan Standar Nasional Indonesia. *Jurnal Standardisasi*, 23(1), 43. <https://doi.org/10.31153/js.v23i1.845>
- Rahimi-Madiseh, M., Malekpour-Tehrani, A., Bahmani, M., & Rafieian-Kopaei, M. (2016). The research and development on the antioxidants in prevention of diabetic complications. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 9(9), 825–831. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.07.001>
- Sari, D. K., Affandi, D. R., & Prabawa, S. (2019). Pengaruh waktu dan suhu pengeringan terhadap karakteristik teh daun tin (*figus carica l .*) effect of drying time and temperature on the characteristics of fig leaf tea (*figus carica l.*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, XII(2), 68–77.
- Setiani, N. A., Anggriani, R. L., & Restiasari, A. (2019). Effect of Fermentation Time of Kombucha Tea on Its Hypoglycaemic Activity in Rats. *Pharmacology and Clinical Pharmacy Research*, 4(1), 5. <https://doi.org/10.15416/pcpr.v4i1.21384>
- Sharma, P. K., Ali, M., & Yadav, D. K. (2011). Physicochemical and phytochemical evaluation of different black tea brands. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 1(3), 121–124.
- Simanjuntak, D. H., Herpandi, & Lestari, S. D. (2016). *FishtechH-Jurnal Teknologi Hasil Perikanan Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Kombucha dari Tumbuhan Apu-apu (Pistia stratiotes) Selama Fermentasi*. 5(2), 123–133.
- Srihari, T., & Satyanarayana, U. (2012). Changes in free radical scavenging activity of Kombucha during fermentation. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 4(11), 1978–1981.
- Suciati, F., Nurliyani, N., & Indratiningsih, I. (2019). Physicochemical, Microbiological and Sensory Properties of Fermented Whey using Kombucha Inoculum. *Buletin Peternakan*, 43(1), 52–57. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v43i1.31496>
- Tangvarasittichai, S. (2015). Oxidative stress, insulin resistance, dyslipidemia and type 2 diabetes mellitus. *World Journal of Diabetes*, 6(3), 456. <https://doi.org/10.4239/wjd.v6.i3.456>
- Teshome, K. (2019). Effect of tea processing methods on biochemical composition and sensory quality of black tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze): A review. *Journal of Horticulture and Forestry*, 11(6), 84–95. <https://doi.org/10.5897/JHF2019.0588>
- Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P., & Taillandier, P. (2018). Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Journal of Food Science*, 83(3), 580–588. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>
- Widodo, S., Qur, B., Kadir, K., & M, A. F. (2021). *Peningkatan Kandungan Gizi Makro Bakpao Dengan Substitusi Tepung Tempe*. 494–507.