

Pengaruh Lama Waktu Fermentasi terhadap Aktivitas Antioksidan pada Minuman Kopi Hijau Arabika Probiotik (*Coffea arabica* L.) sebagai Minuman Fungsional

Martha Aulia Marco¹, Catur Retno Lestari¹, Chairunnisa Nur Rarastiti¹

¹Program Studi Gizi Fakultas Kesehatan Universitas IVET Semarang, Indonesia

Info Articles

Sejarah Artikel:

Disubmit 2 Januari 2025

Direvisi 18 Januari 2025

Disetujui 26 Januari 2025

Keywords:

Antioxidant, Fermented, Arabica

Coffea, Fermentation Time,

Probiotics

Abstrak

Minuman fungsional termasuk salah satu dari jenis pangan fungsional. Minuman fungsional dapat bersumber dari bahan alami yaitu bahan nabati. Bahan nabati yang memiliki kandungan antioksidan, tidak hanya terdapat pada buah dan sayuran, tetapi terdapat pula pada biji kopi. Selain kopi yang memiliki sifat antioksidan, adapun probiotik. Alternatif cara untuk mendapatkan manfaat dari kopi hijau arabika dan probiotik yang memiliki kandungan antioksidan alami adalah dengan menjadikannya minuman fungsional yaitu minuman kopi hijau arabika probiotik. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh lama waktu fermentasi terhadap aktivitas antioksidan pada minuman kopi hijau arabika probiotik sebagai minuman fungsional. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris yang bertujuan untuk menguji aktivitas antioksidan DPPH sebagai kapasitas antioksidan pada tiga formulasi kopi hijau arabika probiotik, serta analisis kimia yaitu pengukuran derajat keasaman (pH) menggunakan pH meter. Data yang diperoleh dilakukan analisis sidik ragam (*Analysis of Variate ANOVA*) dengan tingkat kepercayaan $p < 0,05$ untuk membuktikan adanya pengaruh bermakna antara formulasi minuman kopi hijau arabika probiotik dengan aktivitas antioksidan. Hasil penelitian membuktikan bahwa nilai pH terendah dan kadar aktivitas antioksidan paling tinggi terdapat pada sampel yang difermentasi selama 24 jam yaitu berkisar 5 dan 9948,5972 ppm. Penelitian berkontribusi membuka peluang terhadap pengembangan bahan pangan menjadi pangan fungsional.

Abstract

Functional drinks are one of the types of functional foods. Functional drinks can be sourced from natural ingredients, namely plant materials. Plant materials that have antioxidant content are not only found in fruits and vegetables but also coffee beans. In addition to coffee which has antioxidant properties, there are also probiotics. An alternative way to get the benefits of green arabica coffee and probiotics with natural antioxidant content is to make it a functional drink, namely probiotic green arabica coffee drinks. This study aims to determine the effect of fermentation time on antioxidant activity in probiotic green arabica coffee drinks as functional drinks. This study is an experimental laboratory study that seeks to test the antioxidant activity of DPPH as an antioxidant capacity in three probiotic green arabica coffee formulations, as well as chemical analysis, namely measuring the degree of acidity (pH) using a pH meter. The data obtained were subjected to analysis of variance (Analysis of Variate ANOVA) with a confidence level of $p < 0.05$ to prove a significant effect between the formulation of probiotic green arabica coffee drinks and antioxidant activity. The study's results proved that the lowest pH value and highest antioxidant activity levels were found in samples fermented for 24 hours, which were 5 and 9948.5972 ppm. The study contributed to opening up opportunities for the development of food ingredients into functional foods.

✉ Alamat Korespondensi: Program Studi Gizi Fakultas Kesehatan,
Universitas IVET Semarang, Indonesia
E-mail: capbutter74@gmail.com

PENDAHULUAN

Pangan fungsional merupakan makanan yang mempunyai manfaat pada kesehatan di luar gizi dasar (Hasibuan, 2021). Minuman fungsional termasuk salah satu dari jenis pangan fungsional (Fortin et al., 2021). Minuman fungsional harus memiliki senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Al Fawzan et al., 2019). Minuman fungsional memiliki dua fungsi utama yaitu memberikan asupan gizi dan pemuasan sensori seperti rasa dan tekstur yang baik. Minuman fungsional dapat bersumber dari bahan alami yang mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, misal bahan-bahan nabati (Widyantari, 2020).

Bahan nabati yang memiliki kandungan antioksidan, tidak hanya terdapat pada buah-buahan dan sayuran, tetapi terdapat pula pada biji (Widyantari, 2020). Kopi diketahui merupakan salah satu bahan nabati yang paling lazim dibuat sebagai minuman di seluruh dunia. Kopi merupakan minuman yang disukai oleh masyarakat Indonesia (Soewondo, et al., 2019). Selama tujuh tahun terakhir, konsumsi kopi selalu meningkat dengan nilai sebesar rata-rata 2,40% per tahun menurut Pusat Data dan Informasi KEMENTAN Tahun 2022. Konsumsi kopi diketahui menjadi *trend* yang terus meningkat seiring dengan perkembangan zaman.

Kopi disukai bukan hanya dikarenakan cita rasa yang khas namun juga karena manfaatnya, kopi mengandung sejumlah besar senyawa kimia antioksidan, termasuk senyawa asam klorogenat (Pimpley et al., 2020). Senyawa asam klorogenat diketahui memiliki presentase tertinggi pada jenis kopi hijau arabika (*Coffea arabica L.*) yaitu berkisar antara 80% dibandingkan dengan jenis kopi lainnya seperti *canephora* yang memiliki presentase asam klorogenat berkisar 7-14%. Kopi hijau juga mengandung senyawa polifenol seperti *ferulic acid*, *caffeic acid*, dan *p-coumaric acid* (Pimpley et al., 2020), *cinnamic acid*, *nicotinic acid*, dan *tannic acid* (Masek et al., 2020). Kopi dengan sifat antioksidan diketahui dapat mengurangi risiko penyakit sindrom metabolik dan komplikasi kardiovaskular (Bosso et al., 2023). Selain kopi yang memiliki sifat antioksidan, adapun probiotik yang diketahui pula memiliki sifat antioksidan (Haile & Kang, 2019). Konsumsi probiotik salah satunya yaitu *Lactobacillus casei* diketahui memiliki aktivitas *Synthesizes antioxidant* (AO) yang sangat baik, sehingga memberikan tingkat perlindungan melawan stress oksidatif (Averina et al., 2021). *Lactobacillus casei* diketahui menghasilkan *exopolysaccharide* (EPS). EPS adalah sumber antioksidan alami yang aman dikonsumsi dan larut dalam air (Xu et al., 2022).

Alternatif cara untuk mendapatkan manfaat dari kopi hijau arabika dan probiotik yang memiliki kandungan antioksidan alami adalah dengan menjadikannya minuman fungsional yaitu minuman kopi hijau arabika probiotik (*Coffea arabica L.*). Minuman probiotik dapat disebut dengan minuman hasil fermentasi laktat (Fortin et al., 2021), dikarenakan proses fermentasi dapat meningkatkan jumlah asam laktat, menurunkan pH sehingga akan menimbulkan cita rasa asam dan meningkatkan keamanan pangan dengan memperpanjang masa simpan (Al Fawzan et al., 2019). Proses fermentasi dengan penggunaan bakteri *Lactobacillus casei* dipilih dikarenakan bakteri tersebut merupakan bakteri asam laktat yang dapat memodulasi proses fermentasi seperti fermentasi alami (Haile et al., 2019). Proses fermentasi juga dapat meningkatkan kandungan antioksidan secara signifikan dibandingkan minuman kopi yang tidak difermentasi (Haile et al., 2020). Berdasarkan latar belakang diatas maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama waktu fermentasi terhadap aktivitas antioksidan pada minuman kopi hijau arabika probiotik (*Coffea arabica L.*) sebagai minuman fungsional.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris yang bertujuan untuk menguji aktivitas antioksidan DPPH sebagai kapasitas antioksidan pada tiga formulasi kopi hijau arabika probiotik (*Coffea arabica L.*) dan analisis kimia yang dilakukan yaitu pengukuran derajat keasaman (pH) menggunakan pH meter. Bubuk kopi hijau arabika ditimbang sebanyak 56 gram, kemudian diekstraksi dengan air panas (1:10) menggunakan *mocapot* hingga menghasilkan air kopi dan didinginkan hingga mencapai 37°C. Air kopi yang sudah didinginkan selanjutnya ditambahkan dengan susu skim sebanyak 15%, sukrosa 25%, gelatin 0,025% dan bakteri *Lactobacillus casei* 4% kemudian difermentasi pada inkubator sesuai dengan formulasi masing-masing (P1; 18 jam, P2 ; 21 jam, P3 ; 24 jam). Pengukuran pH sampel minuman kopi hijau arabika probiotik diukur menggunakan pH meter *stick* dan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali setiap sampel. Pengukuran pH dilakukan pada saat sampel sebelum dan sesudah difermentasi. Uji aktivitas antioksidan minuman kopi hijau

arabika probiotik dimulai dengan ambil 1 mL laruta induk masing-masing sampel uji lalu masukkan kedalam tabung reaksi, tambahkan 1 mL larutan 1,1,2,2-Diphenyl Picryl Hydrazil (DPPH) 2 mM. Inkubasi diruang gelap selama 30 menit, encerkan sampai 5 mL menggunakan etanol, buat blanko (1 ml larutan DPPH + 4 ml etanol), tera pada panjang gelombang 517 nm, hitung presentase inhibisi, penentuan persen inhibisi dinyatakan sebagai persen inhibisi yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\%inhibisi = \left(\frac{A(\text{control}) - A(\text{sample})}{A(\text{control})} \right) \times 100 \quad (1)$$

Pada persamaan (1) $A(\text{control})$ adalah serapan kontrol (sebelum reaksi berlangsung) dan $A(\text{sample})$ adalah penyerapan setelah reaksi terjadi (Santos et al., 2020). Aktivitas tersebut dinyatakan sebagai konsentrasi penghambatan IC_{50} , yaitu jumlah antioksidan yang diperlukan untuk menurunkan sebesar 50% konsentrasi DPPH awal. Penentuan nilai IC_{50} diperoleh dari % perendaman, yang mana nilai IC_{50} menyatakan konsentrasi yang mampu menghambat 50% radikal bebas. Nilai IC_{50} ditentukan dengan rumus:

$$IC_{50} = \frac{50 - a}{b} \quad (2)$$

Keterangan persamaan (2):

a: nilai x pada kurva linear

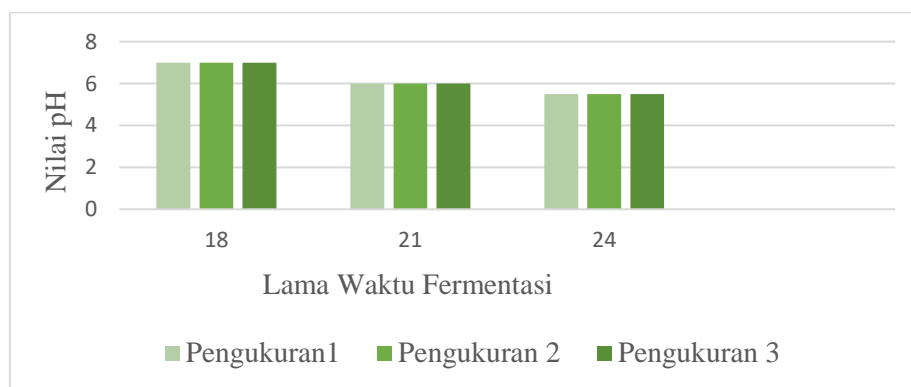
b: nilai y pada kurva linear

Data hasil penelitian selanjutnya akan dilakukan analisis sidik ragam (*Analysis of Variate ANOVA*) dengan tingkat kepercayaan $p < 0,05$ untuk membuktikan adanya pengaruh bermakna antara formulasi minuman kopi hijau arabika probiotik dengan aktivitas antioksidan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Uji PH

Nilai pH pada penelitian ini didapatkan rerata pH minuman kopi hijau arabika probiotik di nilai pH 6,1. Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa nilai pH semakin menurun seiring dengan lama waktu fermentasi.



Gambar 1. Hasil Uji pH

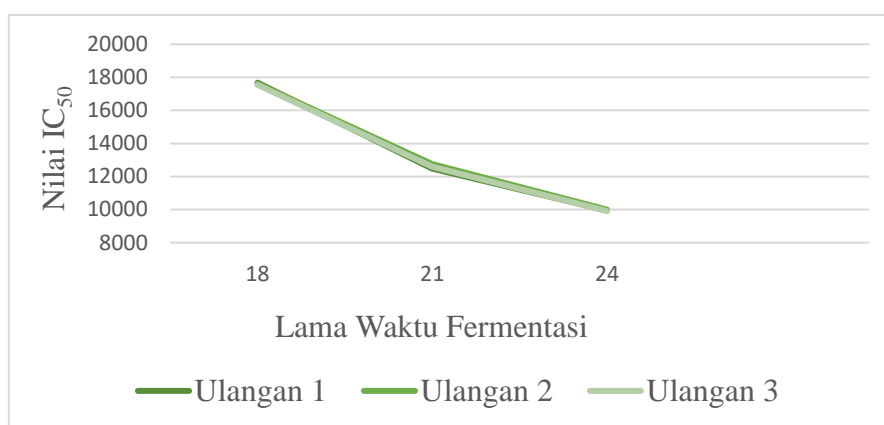
Penurunan pH disebabkan oleh adanya pertumbuhan dan metabolisme dari starter bakteri *Lactobacillus casei*. pH yang optimal untuk bakteri asam laktat khususnya *Lactobacilli* tumbuh diketahui kisaran pH 5,0 – 6,0. Degradasi polisakarida yang terdapat dalam minuman kopi hijau arabika probiotik diketahui berkontribusi terhadap penurunan pH karena polisakarida diubah menjadi asam laktat oleh mikroorganisme (Vicessuto & de Castro, 2020). Pada penelitian yang dilakukan oleh (Haile & Kang, 2020) menunjukkan bahwa air fermentasi biji kopi hijau mengalami penurunan pH dari 6,05 menjadi 5,46 dalam kurun waktu 24 jam fermentasi.

Faktor tersebut dapat disebabkan karena proses fermentasi dapat memproduksi asam organik dan penyerapan asam basa serta asam amino yang secara substansial dapat menurunkan kadar pH.. Potensi bakteri asam laktat yang berperan pada proses fermentasi dapat meningkatkan aktivitas antioksidan pada tanaman, yang disebabkan oleh penurunan pH dan efek enzimolisis selama fermentasi (Zhao et al., 2021). Pembentukan asam alifatik menyebabkan peningkatan

keasaman kopi selama proses fermentasi. Asam yang terbentuk akan lepas ke lingkungan sehingga menyebabkan perubahan tingkat keasaman, dimana nilai asam total berkorelasi dengan nilai pH, semakin tinggi total asam, semakin rendah pH (Sinaga et al., 2021). Penelitian menunjukkan bahwa pH fermentasi buah kiwi oleh bakteri *Lactobacillus plantarum* adalah 5,26 pada waktu fermentasi 14 jam terbukti adanya penurunan yang signifikan dari pH awal yaitu 7,97. Bakteri asam laktat menggunakan substansi seperti karbohidrat dan protein untuk meningkatkan dan menghasilkan asam organik yang mengakibatkan penurunan pH (Zhou et al., 2020).

2. Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Terhadap Aktivitas Antioksidan

Nilai IC₅₀ pada penelitian ini didapatkan hasil pada sampel yang difermentasi selama 18 jam sebesar 17609,9286 ppm, 12606,7959 ppm pada sampel yang difermentasi selama 21 jam, dan 9948,5972 ppm pada sampel yang difermentasi selama 24 jam. Semakin kecil nilai IC₅₀ maka semakin kuat aktivitas antioksidan yang dihasilkan pada sampel. Gambar 2 menunjukkan grafik penurunan nilai IC₅₀. Hal tersebut bermakna bahwa terjadi peningkatan aktivitas antioksidan akibat terdapat perlakuan perbedaan lama waktu fermentasi. Semakin lama proses fermentasi maka semakin meningkat aktivitas antioksidannya. Hasil penelitian membuktikan bahwa aktivitas antioksidan tertinggi ada pada lama waktu fermentasi 24 jam. Hasil menunjukkan interaksi yang signifikan ($p < 0,05$) antara lama waktu fermentasi dengan aktivitas antioksidan. Proses fermentasi adalah teknik pengolahan makanan kuno yang telah diadopsi selama berabad-abad diseluruh dunia. Proses ini melibatkan modifikasi substrat yang disengaja melalui aktivitas mikroorganisme untuk mendapatkan produk yang diinginkan. (Adebo & Medina-Meza, 2020).



Gambar 2. Grafik Aktivitas Antioksidan

Proses fermentasi merupakan proses yang masih menggunakan metode-metode konvensional, metode tersebut diantaranya adalah (1) metode fermentasi alami dapat disebut juga sebagai fermentasi spontan dimana melibatkan aksi mikroorganisme endogen, (2) metode *back slopping*, sesuai dengan nama metode ini menggunakan produk yang sudah terfermentasi sebelumnya dan memasukkan sebagian produk tersebut kedalam substrat baru yang akan difermentasi. Terakhir (3) fermentasi terkontrol, metode ini menggunakan inokulasi dari kultur starter atau strain mikroorganisme spesifik (Adebo & Medina-Meza, 2020). Penelitian ini, metode fermentasi yang digunakan adalah fermentasi terkontrol yang menggunakan starter bakteri *Lactobacillus casei*.

Lactobacillus casei merupakan bakteri yang mampu memecah senyawa, karbohidrat, lemak dan protein pada makanan serta membantu penyerapan senyawa penting dan nutrisi seperti, asam amino, mineral serta vitamin yang dibutuhkan tubuh manusia. Bakteri *Lactobacillus casei* berperan penting dalam pembentukan asam laktat, karena *Lactobacillus casei* dapat merubah gula dan laktosa menjadi asam laktat (Bancalari et al., 2020). *Lactobacillus casei* diketahui menghasilkan *exopolysaccharide* (EPS). EPS adalah sumber antioksidan alami yang aman dikonsumsi dan larut dalam air (Xu et al., 2022). Penelitian membuktikan bahwa EPS dari *Lactobacillus casei* KW3 ditemukan memiliki aktivitas antioksidan secara *in vitro* dengan total daya reduksi sebesar $138,28 \pm 5,35$ mg VC/g dan tingkat penangkapan radikal DPPH sebesar 37,53% pada 200 µg/ml (Xu et al., 2022).

Proses fermentasi diketahui dapat meningkatkan kandungan senyawa antioksidan secara signifikan (Haile et al., 2019). Hal ini terkait dengan aktivitas enzim proteolitik dari organisme starter yang menghidrolisis kompleks fenolat menjadi fenol sederhana selama fermentasi (Haile et al., 2020). Senyawa fenolik merupakan senyawa metabolit sekunder yang ada pada tanaman. Senyawa fenolik pada kopi hijau hadir dalam bentuk senyawa glikosida. Senyawa glikosida mengandung asam organik seperti asam klorogenat, ferulat, dan asam *caffeic* (Jelena & Yustiantara, 2022). Senyawa fenolik berperan penting dalam aktivitas antioksidan yang dihasilkan oleh aktivitas mikrobiota selama waktu fermentasi (Ziemlewska et al., 2021). Senyawa fenolik dapat memecah radikal bebas dikarenakan kemampuan senyawa tersebut untuk mendonorkan elektron. Hal ini mungkin disebabkan oleh aksi enzim polifenol oksidase yang bekerja mendefusi fenolat dalam cairan sel dan dioksidasi (Haile et al., 2020). Antioksidan fenolik dapat menyumbangkan atom hidrogen ke radikal bebas dan distabilkan, sehingga dirinya sendiri menjadi senyawa radikal fenoksi yang relatif stabil sehingga inisiasi atau penyebaran rantai radikal bebas lebih lanjut dapat dihentikan (Shori et al., 2022). Fermentasi menyebabkan peningkatan senyawa fenolik pada kandungan kopi. Secara alami, senyawa fenolik digabungkan atau diikat dengan gula. Perubahan kandungan polifenol selama proses fermentasi dapat terjadi akibat polimerisasi senyawa-senyawa tersebut yang terjadi pada awal fermentasi (Zhou et al., 2020).

Senyawa terpolimerisasi dengan berat molekul tinggi mereduksi kandungan polifenol yang terdeteksi. Peningkatan konsentrasi senyawa polifenol dengan waktu fermentasi yang lebih lama mungkin disebabkan oleh dipolimerisasi senyawa aktif yang terpolimerisasi (La Torre et al., 2021). Penelitian melaporkan bahwa terjadi peningkatan aktivitas antioksidan pada ekstrak biji kopi hijau yang difermentasi dengan kandungan total fenolik (1,11 – 1,30 GAE mg/mL) jauh lebih tinggi dibandingkan kadar total fenolik pada kontrol (0,72 GAE mg/mL). Terdapat perbedaan secara signifikan mengenai aktivitas antioksidan pada interaksi ekstrak kopi yang difermentasi dengan lama waktu fermentasi (Haile et al., 2019).

Kopi hijau yang difermentasi selama 48 jam oleh *Bacillus subtilis* dan *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan $10^{\circ} brix$, $10^7 cells/ml$ pada tipe masing-masing mikroba dan hal itu menunjukkan efek positif terhadap peningkatan antioksidan. Waktu fermentasi 48 jam dapat meningkatkan konsentrasi total fenolik karena depolimerisasi. Depolimerisasi senyawa aktif yang terpolimerisasi menjadi alasan mengapa lama waktu fermentasi dapat meningkatkan konsentrasi senyawa polifenol (Dinh et al., 2022). Faktor lain yang dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan selama proses fermentasi adalah penggunaan susu sebagai media dasar pertumbuhan. Mikroorganisme penghasil protease seperti bakteri asam laktat dapat menghidrolisis protein susu dan melepaskan peptida antioksidan (Amorim et al., 2019).

Aktivitas antioksidan yang dihasilkan oleh minuman kopi hijau arabika probiotik masih dalam kategori lemah karena lebih dari 220 ppm. Hal tersebut mungkin disebabkan oleh penurunan kapasitas antioksidan selama masa penyimpanan sampel sebelum dilakukan pengujian dimana korelasi dengan transformasi mikroba yang bertanggung jawab atas kemampuan untuk memusnahkan senyawa radikal bebas menjadi kemampuan yang kurang potensial (La Torre et al., 2021). Sebelumnya diketahui bahwa aktivitas antioksidan kemungkinan besar bergantung pada komposisi sifat kimia senyawa fenolik. Namun, selama masa penyimpanan sampel sebelum dilakukan pengujian dapat mengalami perubahan komposisi senyawa antioksidan yang dihasilkan dari pembentukan senyawa tertentu sehingga mengarah pada aktivitas antioksidan yang lemah (Jakubczyk et al., 2020)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap peningkatan kadar asam dan aktivitas antioksidan pada minuman kopi hijau arabika probiotik. Hasil menunjukkan interaksi yang signifikan ($p < 0,05$) antara lama waktu fermentasi dengan aktivitas antioksidan. Nilai aktivitas antioksidan yang paling tinggi terdapat pada perlakuan yang difermentasi dengan lama waktu fermentasi selama 24 yaitu 9948,5972 ppm. Nilai pH paling rendah terdapat pada perlakuan yang difermentasi dengan lama waktu fermentasi selama 24 jam yaitu berkisar 5.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebo, O. A., & Medina-Meza, I. G. (2020). Impact of Fermentation on The Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Whole Cereal Grains: a Mini Review. *Molecules*, 25(4). <https://doi.org/10.3390/molecules25040927>
- Al Fawzan, A., Cahya, G., Darma, E., & Soewondo, B. P. (2019). Formulasi Minuman Kopi Probiotik dengan Kultur Starter Lactobacillus acidophilus sebagai Minuman Fungsional. *Prosiding Farmasi*, 5(2), 535–542.
- Amorim, F. G., Coitinho, L. B., Dias, A. T., Friques, A. G. F., Monteiro, B. L., Rezende, L. C. D. de, Pereira, T. de M. C., Campagnaro, B. P., De Pauw, E., Vasquez, E. C., & Quinton, L. (2019). Identification of New Bioactive Peptides from Kefir Milk Through Proteopeptidomics: Bioprospection of Antihypertensive Molecules. *Food Chemistry*, 282, 109–119. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.010>
- Averina, O. V., Poluektova, E. U., Marsova, M. V., & Danilenko, V. N. (2021). Biomarkers and Utility of The Antioxidant Potential of Probiotic Lactobacilli and Bifidobacteria as Representatives of The Human Gut Microbiota. *Biomedicines*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/biomedicines9101340>
- Bancalari, E., Castellone, V., Bottari, B., & Gatti, M. (2020). Wild Lactobacillus casei Group Strains: Potentiality to Ferment Plant Derived Juices. *Foods*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/foods9030314>
- Bosso, H., Barbalho, S. M., de Alvares Goulart, R., & Otoboni, A. M. M. B. (2023). Green coffee: Economic Relevance and A Systematic Review of The Effects on Human Health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(3), 394–410. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1948817>
- Dinh, Y. N., Nguyen, Q. D., & Le, H. P. (2022). Investigation of Changes of Antioxidant Properties of Coffee through Fermentation by Using Saccharomyces Cerevisiae and Bacillus Subtilis. *Journal of Technical Education Science*, 70B, 72–79. <https://doi.org/10.54644/jte.70b.2022.1174>
- Fortin, G. A., Asnia, K. K. P., Ramadhani, A. S., & Maherawati, M. (2021). Minuman Fungsional Serbuk Instan Kaya Antioksidan dari Bahan Nabati. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(4), 984–991. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i4.8977>
- Haile, M., & Kang, W. H. (2019). Antioxidant Activity, Total Polyphenol, Flavonoid and Tannin Contents of Fermented Green Coffee Beans with Selected Yeasts. *Fermentation*, 5(1). <https://doi.org/10.3390/fermentation5010029>
- Haile, M., & Kang, W. H. (2019). The Role of Microbes in Coffee Fermentation and Their Impact on Coffee Quality. *Journal of Food Quality*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/4836709>
- Haile, M., & Kang, W. H. (2020). Antioxidant Properties of Fermented Green Coffee Beans with Wickerhamomyces anomalus (Strain KNU18Y3). *Fermentation*, 6(1). <https://doi.org/10.3390/fermentation6010018>
- Hasibuan, A. H. (2021). Potensi Minyak Sawit Merah sebagai Pangan Fungsional dan Nutrasekal. *Warta PPKS*, 26(3), 178–184. https://id.wikipedia.org/wiki/Pangan_fungsional
- 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>
- Jelena, J., & Yustiantara, P. S. (2022). Antioxidant Activity of Fermented Coffee Beans. *Pharmacy Reports*, 1(2), 25. <https://doi.org/10.51511/pr.25>
- La Torre, C., Fazio, A., Caputo, P., Plastina, P., Caroleo, M. C., Cannataro, R., & Cione, E. (2021). Effects of Long-Term Storage on Radical Scavenging Properties and Phenolic Content of Kombucha From Black Tea. *Molecules*, 26(18). <https://doi.org/10.3390/molecules26185474>
- Masek, A., Latos-Brozio, M., Kałuzna-Czaplińska, J., Rosiak, A., & Chrzescijanska, E. (2020). Antioxidant Properties of Green Coffee Extract. *Forests*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/F11050557>
- Pimpley, V., Patil, S., Srinivasan, K., Desai, N., & Murthy, P. S. (2020). The chemistry of chlorogenic acid from green coffee and its role in attenuation of obesity and diabetes. In *Preparative Biochemistry*

- and *Biotechnology* (Vol. 50, Issue 10, pp. 969–978). Bellwether Publishing, Ltd. <https://doi.org/10.1080/10826068.2020.1786699>
- Santos, C. M. M., & Silva, A. M. S. (2020). The antioxidant Activity of Prenylflavonoids. *Molecules*, 25(3). <https://doi.org/10.3390/molecules25030696>
- Shori, A. B., Aljohani, G. S., Al-zahrani, A. J., Al-sulbi, O. S., & Baba, A. S. (2022). Viability of Probiotics and Antioxidant Activity of Cashew Milk-based Yogurt Fermented with Selected Strains of Probiotic *Lactobacillus* spp. *LWT*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112482>
- Sinaga, H. L. R., Bastian, F., & Syarifuddin, A. (2021). Effect of Decaffeination and Re-fermentation on Level of Caffeine, Chlorogenic Acid and Total Acid in Green Bean Robusta Coffee. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 807(2). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/807/2/022069>
- Vicenssuto, G. M., & de Castro, R. J. S. (2020). Development of a Novel Probiotic Milk Product with Enhanced Antioxidant Properties using Mango Peel as a Fermentation Substrate. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 24. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101564>
- Widyantari, S. S. (2020). Formulasi Minuman Fungsional Terhadap Aktivitas Antioksidan. *Jurnal Widya Kesehatan*, 2(1), 22–29.
- Xu, X., Qiao, Y., Peng, Q., Shi, B., & Dia, V. P. (2022). Antioxidant and Immunomodulatory Properties of Partially purified Exopolysaccharide from *Lactobacillus Casei* Isolated from Chinese Northeast Sauerkraut. *Immunological Investigations*, 51(4), 748–765. <https://doi.org/10.1080/08820139.2020.1869777>
- Zhao, Y. S., Eweys, A. S., Zhang, J. Y., Zhu, Y., Bai, J., Darwesh, O. M., Zhang, H. B., & Xiao, X. (2021). Fermentation Affects the Antioxidant Activity of Plant-based Food Material Through the Release and Production of Bioactive components. *Antioxidants*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/antiox10122004>
- Zhou, Y., Wang, R., Zhang, Y., Yang, Y., Sun, X., Zhang, Q., & Yang, N. (2020). Biotransformation of Phenolics and Metabolites and The Change in Antioxidant Activity in Kiwifruit Induced by *Lactobacillus plantarum* Fermentation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(8), 3283–3290. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10272>
- Ziemlewska, A., Nizioł-Łukaszewska, Z., Bujak, T., Zagórska-Dziok, M., Wójciak, M., & Sowa, I. (2021). Effect of Fermentation Time on The Content of Bioactive Compounds with Cosmetic and Dermatological Properties in Kombucha Yerba Mate Extracts. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98191-6>