

POTENSI PENINGKATAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN YOGURT MELALUI FORTIFIKASI EKSTRAK BUAH, REMPAH, DAN BERBAGAI JENIS TEH: REVIEW

Irfan Fadhlurrohman^{1*}, Muhammad Iqbal Maulana¹, Regina Ananda Pratiwi¹, Robiul Akhwal¹, Triana Setyawardani¹, dan Juni Sumarmono¹

¹ Program Studi Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Dr. Soeparno No. 60, Kampus Karangwangkal, Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas 53122, Indonesia

* Email: irfan.fadhlurrohman@unsoed.ac.id

(Submitted: 01-05-2026; Revised: 16-08-2026; Accepted: 28-08-2026)

ABSTRAK

Yogurt merupakan produk pangan fungsional yang mengandung bakteri asam laktat (BAL) dan berbagai senyawa bioaktif hasil fermentasi, namun aktivitas antioksidannya masih dapat ditingkatkan melalui fortifikasi bahan alami. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan berbagai bahan fortifikasi, meliputi buah, rempah, dan teh terhadap aktivitas antioksidan yogurt dan mengevaluasi pengaruhnya terhadap viabilitas BAL. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan menelusuri artikel ilmiah yang diterbitkan pada tahun 2016–2026 melalui *Google Scholar*, *ScienceDirect*, dan *ResearchGate*. Artikel yang relevan kemudian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan jenis bahan, konsentrasi fortifikasi, peningkatan aktivitas antioksidan, serta pengaruhnya terhadap BAL. Hasil kajian menunjukkan bahwa fortifikasi buah, teh, dan rempah secara umum mampu meningkatkan aktivitas antioksidan yogurt, tetapi besarnya peningkatan berbeda bergantung pada jenis dan konsentrasi bahan. Fortifikasi buah seperti bit, buah naga, dan alpukat dilaporkan menghasilkan peningkatan aktivitas antioksidan hingga 97,94%, sedangkan teh, terutama teh hijau dan teh hitam, menunjukkan peningkatan hingga 96,87% yang berkaitan dengan kandungan polifenol. Rempah seperti jahe, kayu manis, dan lada hitam juga berkontribusi terhadap peningkatan aktivitas antioksidan melalui kandungan senyawa fenolik dan flavonoid. Peningkatan aktivitas antioksidan tersebut umumnya terjadi pada konsentrasi fortifikan tertentu, sedangkan penggunaan konsentrasi yang terlalu tinggi berpotensi menurunkan penerimaan sensoris dan menghambat viabilitas BAL. Secara keseluruhan, fortifikasi bahan alami berpotensi meningkatkan aktivitas antioksidan yogurt tanpa mengganggu viabilitas BAL apabila digunakan pada konsentrasi yang sesuai. Pemilihan jenis dan konsentrasi fortifikan menjadi faktor penting dalam menghasilkan yogurt dengan aktivitas antioksidan tinggi, viabilitas BAL yang tetap baik, dan kualitas produk yang dapat diterima.

Kata kunci: Aktivitas antioksidan, bakteri asam laktat, fortifikasi, bahan alami, yogurt

POTENTIAL ENHANCEMENT OF ANTIOXIDANT ACTIVITY IN YOGURT THROUGH FORTIFICATION OF FRUIT EXTRACTS, SPICES, AND VARIOUS TYPES OF TEA: A REVIEW

ABSTRACT

Yogurt is a functional food product containing lactic acid bacteria (LAB) and various bioactive compounds derived from fermentation; however, its antioxidant activity can be further enhanced through fortification with natural ingredients. This article aims to review the impact of adding various fortifying agents—including fruits, tea, and spices—on the antioxidant activity of yogurt and to evaluate their effects on LAB viability. A literature review method was employed, involving a search for scientific articles published between 2016 and 2026 via *Google Scholar*, *ScienceDirect*, and *ResearchGate*. Relevant articles were analyzed descriptively by comparing ingredient types, fortification concentrations, increases in antioxidant activity, and effects on LAB. The review results indicate that fortification with fruits, tea, and spices generally enhances yogurt's antioxidant activity, although the magnitude of this increase varies depending on the type and concentration of the ingredient. Fortification with fruits such as beetroot, dragon fruit, and avocado has been reported to increase antioxidant activity by up to 97.94%, while tea—particularly green and black tea—showed increases of up to 96.87%, attributed to polyphenol content. Spices such as ginger, cinnamon, and black pepper also contribute to increased antioxidant activity through their phenolic and flavonoid content. These increases in antioxidant activity generally occur at specific fortificant concentrations; conversely, excessively high concentrations may reduce sensory acceptability and inhibit LAB viability. Overall, fortification with natural ingredients has the potential to enhance yogurt's antioxidant activity without compromising LAB viability, provided appropriate concentrations are used. The selection of the type and

concentration of the fortifying agent is a crucial factor in producing yogurt with high antioxidant activity, maintained LAB viability, and acceptable product quality.

Keywords: antioxidant activity, lactic acid bacteria, fortification, natural ingredients, yogurt

PENDAHULUAN

Kesadaran masyarakat terhadap pola hidup sehat telah memicu pergeseran paradigma konsumsi dan mendorong peningkatan minat terhadap pangan yang tidak hanya memenuhi kebutuhan nutrisi dasar, tetapi juga memberikan manfaat fisiologis bagi tubuh. Kondisi tersebut turut mendorong perkembangan pangan fungsional yang mengandung komponen bioaktif dan berpotensi memberikan manfaat kesehatan tambahan (Amalia *et al.*, 2024). Salah satu manfaat yang banyak menjadi perhatian dalam pengembangan pangan fungsional adalah kemampuannya untuk membantu menjaga keseimbangan oksidatif tubuh. Ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan kemampuan sistem pertahanan antioksidan tubuh dapat menyebabkan stres oksidatif (Kalogerakou & Antoniadou, 2024). Kondisi tersebut berpotensi merusak lipid, protein, dan DNA serta berkontribusi terhadap perkembangan berbagai penyakit degeneratif, termasuk penyakit kardiovaskular, diabetes, dan kanker (Midah *et al.*, 2021).

Pengembangan produk pangan fungsional berbasis susu di Indonesia saat ini mengalami hambatan signifikan akibat rendahnya tingkat konsumsi susu masyarakat dan belum optimalnya diversifikasi produk olahan bernilai tambah tinggi (Suciati & Safitri, 2021). Sebagai produk turunan susu, yogurt berpotensi strategis dalam hilirisasi teknologi hasil ternak guna menyokong ketahanan pangan nasional berbasis protein hewani, meskipun peningkatan nilai fungsionalnya masih terhambat oleh keterbatasan aktivitas antioksidan alami pada bahan baku susu murni (Arkan & Setyawardani, 2025). Upaya peningkatan kualitas mutu biologis yogurt perlu diintegrasikan dengan pemanfaatan potensi lokal berbasis tanaman buah-buahan, rempah, maupun teh melalui teknik fortifikasi. Sinergi antara komoditas peternakan dan hasil pertanian ini tidak hanya meningkatkan kapasitas antioksidan produk pangan fungsional, tetapi juga menjadi solusi inovatif dalam menekan kerusakan oksidatif komponen lemak dan protein susu selama masa penyimpanan, sekaligus meningkatkan nilai ekonomi produk olahan susu (Montemurro *et al.*, 2021).

Yogurt merupakan salah satu produk pangan fungsional yang banyak dikembangkan karena mengandung bakteri asam laktat, protein, serta berbagai komponen bioaktif yang dihasilkan selama proses fermentasi. Selain bermanfaat bagi kesehatan saluran pencernaan, yogurt berpotensi dikembangkan sebagai pembawa senyawa bioaktif melalui penambahan bahan alami (Arkan & Setyawardani, 2025). Kandungan antioksidan alami pada yogurt relatif terbatas, sehingga diperlukan inovasi untuk

meningkatkan nilai fungsionalnya (Putra *et al.*, 2024). Peningkatan nilai fungsional produk dapat dilakukan dengan fortifikasi bahan alami yang kaya antioksidan. Hal ini menjadi pendekatan yang banyak dikembangkan untuk meningkatkan aktivitas biologis yogurt, misalnya melalui bahan alami seperti teh, buah, dan rempah (Munteanu-Ichim *et al.*, 2024).

Pemanfaatan komoditas buah-buahan, rempah-rempah, dan teh sebagai bahan fortifikasi didasari oleh keberadaan berbagai senyawa bioaktif, terutama kelompok fenolik seperti flavonoid, asam fenolat, katekin, dan antosianin (Lazaridis *et al.*, 2024). Senyawa tersebut memiliki kemampuan mendonorkan elektron atau atom hidrogen sehingga dapat menstabilkan radikal bebas dan berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan (Hassanpour & Doroudi, 2023). Meskipun memiliki fungsi antioksidatif yang serupa, setiap kelompok bahan nabati mempunyai komposisi dan karakteristik senyawa bioaktif yang berbeda, terutama ketika diintegrasikan ke dalam lingkungan yogurt yang memiliki pH asam (Ahmad *et al.*, 2022). Kondisi asam ekstrem pada yogurt (pH 4,0–4,5) secara signifikan memengaruhi struktur molekul senyawa bioaktif, seperti memicu degradasi cincin flavonoid atau justru menstabilkan kation flavilium pada antosianin, yang pada akhirnya menentukan kapasitas antioksidan yang tersisa selama penyimpanan (Jaffar *et al.*, 2024). Perbedaan struktur kimia dan konsentrasi fortifikan ini menyebabkan respons biologis, fisikokimia, dan sensoris yogurt, termasuk besarnya peningkatan aktivitas antioksidan, menjadi bervariasi (Supriyanti *et al.*, 2021).

Variasi respons biologis, fisikokimia, dan sensoris telah ditunjukkan oleh berbagai penelitian mengenai fortifikasi yogurt menggunakan rempah, buah, maupun teh. Penambahan rempah seperti jahe, kunyit, kayu manis, kayu secang, dan lada hitam dilaporkan mampu meningkatkan kandungan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan yogurt (Ameilia *et al.*, 2022). Hasil serupa juga dilaporkan pada penggunaan buah seperti buah naga merah, bit, sirsak, apel, dan jeruk yang dapat meningkatkan kandungan polifenol dan aktivitas antioksidan yogurt (Fadhilillah *et al.*, 2024). Kelompok teh, khususnya teh hijau, teh hitam, teh putih, dan rosella, juga memiliki potensi tinggi karena kandungan katekin dan polifenolnya, sehingga penambahannya pada yogurt dapat meningkatkan kapasitas antioksidan produk (Fadhlurrohman & Susanto, 2024; Celik *et al.*, 2023). Besarnya peningkatan aktivitas antioksidan tidak selalu sama karena dipengaruhi oleh jenis bahan, konsentrasi, metode ekstraksi, serta kondisi pengolahan dan fermentasi (Shori, 2022).

Perbedaan respons peningkatan aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa efektivitas fortifikasi

tidak dapat dinilai hanya berdasarkan jenis bahan yang digunakan, tetapi perlu dipahami dengan mempertimbangkan karakteristik senyawa bioaktif dan kondisi pengolahannya (Edkaidek *et al.*, 2026). Meskipun berbagai penelitian telah membahas penggunaan bahan alami sebagai fortifikan yogurt, kajian yang tersedia masih memiliki fokus yang berbeda. Salah satu kajian sebelumnya secara khusus membahas fortifikasi berbagai jenis teh pada produk susu fermentasi, sehingga pembahasannya lebih terfokus pada kelompok bahan berbasis teh (Fadhlorrohman & Susanto, 2024; Celik *et al.*, 2023). Sementara itu, penelitian primer lainnya umumnya membahas satu atau beberapa jenis bahan tertentu dan menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan dapat dipengaruhi oleh jenis bahan, konsentrasi, metode ekstraksi, kondisi fermentasi, dan lama penyimpanan. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kebutuhan akan kajian yang lebih terintegrasi dengan membandingkan teh, buah, dan rempah sebagai kelompok sumber antioksidan pada yogurt sekaligus mengidentifikasi faktor yang menyebabkan perbedaan efektivitasnya.

Berdasarkan uraian di atas, artikel ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis hasil penelitian mengenai fortifikasi yogurt menggunakan teh, buah, dan rempah dengan fokus pada aktivitas antioksidan. Kajian ini diarahkan untuk membandingkan jenis dan karakteristik bahan fortifikasi, metode yang digunakan, serta perubahan aktivitas antioksidan yang dihasilkan, sekaligus mengevaluasi pengaruhnya terhadap viabilitas bakteri asam laktat (BAL) dan akseptabilitas sensoris produk. Hasil kajian diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih terintegrasi mengenai pemanfaatan bahan alami dalam pengembangan yogurt sebagai pangan fungsional yang tidak hanya kaya antioksidan, tetapi juga tetap menjaga mutu mikrobiologis dan kualitas organoleptik yang dapat diterima oleh konsumen.

BAHAN DAN METODE

Artikel ini disusun menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) yang mengikuti pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Pencarian literatur diperoleh dari tiga database elektronik, yaitu *Google Scholar*, *ResearchGate*, dan *ScienceDirect*, dengan rentang tahun 2016 hingga 2026. Strategi pencarian menggunakan kata kunci “yogurt”, “antioksidan”, “teh”, “buah”, “rempah”, dan “fortifikasi”.

Proses seleksi naskah dilakukan melalui empat tahap PRISMA, meliputi identifikasi, penapisan (*screening*), penilaian kelayakan (*eligibility*), dan inklusi naskah. Sebanyak 60 artikel ditemukan pada tahap awal, kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi sehingga diperoleh 40 artikel yang digunakan dalam kajian. Kriteria inklusi meliputi artikel penelitian primer yang dipublikasikan secara

formal, diterbitkan pada tahun 2016 hingga 2026, membahas fortifikasi bahan alami pada yogurt, serta menyajikan data aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH atau FRAP. Artikel berupa buku, jurnal, skripsi/tesis yang belum dipublikasikan secara formal, dan artikel yang tidak relevan dengan topik dikeluarkan dari kajian. Proses seleksi meliputi identifikasi, penyaringan judul dan abstrak, pemeriksaan *full-text*, hingga penetapan artikel yang memenuhi kriteria. Alur seleksi 60 artikel hingga diperoleh 40 artikel disajikan dalam diagram PRISMA. Data dari artikel terpilih dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan jenis bahan fortifikasi, perlakuan, metode pengujian antioksidan, dan hasil penelitian untuk mengetahui potensi bahan alami dalam meningkatkan aktivitas antioksidan yogurt.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Yogurt pada dasarnya telah mengandung antioksidan yang berasal dari hidrolisis protein menjadi peptida bioaktif, namun diperlukan bahan pangan lain yang dapat ditambahkan pada yogurt guna meningkatkan antioksidan. Penambahan bahan alami seperti teh, buah, dan rempah dalam produk yogurt diketahui berperan penting dalam meningkatkan nilai fungsional, terutama aktivitas antioksidan (Shori, 2020). Hal ini menjadikan yogurt tidak hanya sebagai produk pangan fermentasi, tetapi juga sebagai pangan fungsional yang memiliki nilai tambah bagi kesehatan.

Fortifikasi Berbagai Jenis Ekstrak Buah Pada Yogurt

Yogurt adalah salah satu produk susu fermentasi yang paling populer dan memperoleh penerimaan konsumen yang tinggi secara global karena nilai gizinya yang tinggi, rasa yang unik, dan manfaat bagi kesehatan (Benozzi *et al.*, 2015). Yogurt secara tradisional diproduksi melalui budidaya *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* (Horiuchi *et al.*, 2009). Bahan dasar utama dalam proses pembuatan yogurt adalah susu sapi (Ningtiyas *et al.*, 2025). Susu sapi yang dijadikan yogurt merupakan salah satu pangan fungsional yang memiliki beragam manfaat bagi kesehatan karena dapat membantu mencegah dan mengatasi berbagai penyakit serta meningkatkan kebugaran tubuh. Seiring meningkatnya kesadaran akan manfaat tersebut, pengembangan produk yogurt terus dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan nilai fungsionalnya (Sari *et al.*, 2024).

Pengembangan yogurt tidak hanya berfokus pada peningkatan kandungan protein, tetapi juga dapat diarahkan pada peningkatan nilai fungsional melalui penambahan bahan alami yang kaya akan senyawa bioaktif, seperti buah-buahan. Studi menunjukkan bahwa komponen bioaktif dalam makanan fungsional seperti flavonoid, fenolik, vitamin, dan mineral memiliki kemampuan untuk mencegah penyakit kronis

berkat aktivitas antioksidan, anti-inflamasi, dan antibakteri ([Helkar & Sahoo, 2016](#)). Antioksidan merupakan senyawa yang berfungsi menetralkan radikal bebas di dalam tubuh. Radikal bebas dapat

terbentuk akibat berbagai faktor seperti paparan asap, debu, polusi, serta kebiasaan mengonsumsi makanan cepat saji dengan komposisi gizi yang tidak seimbang ([Rahmi, 2017](#)).

Tabel 1. Perbandingan hasil penelitian fortifikasi berbagai ekstrak buah pada produk yogurt

Produk	Bahan Baku	Perlakuan	Hasil	Referensi
Yogurt	Susu sapi segar	ekstra buah bit 30 gram/L	Aktivitas antioksidan meningkat hingga 65,00% pada konsentrasi 30 g/L,	Sibuea & Siantar (2022)
Yogurt Simbiotik	Susu UHT	25% sirsak dan 3 % wine pala	Aktivitas antioksidan terbaik (53,59%) pada sirsak: 25%; konsentrasi 75%.	Huwaie et al. (2022)
Yogurt	Susu sapi segar	20% sari apel rome beauty dan 5% madu	Aktivitas antioksidan 32,83%.	Rosiana & Khoiriyah (2018)
Yogurt Caspian Sea	susu pasteurisasi	20% Sari buah naga merah selama penyimpanan 0 hari	Aktivitas antioksidan tertinggi (53,70%) pada konsentrasi 20%	Maleta & Kusnadi (2018)
Yogurt	Susu kambing etawa	Penambahan daging buah alpukat 20-60%	Aktivitas antioksidan meningkat 97,94% pada konsentrasi 60%	Wulan (2024)
Yogurt plain	Yogurt merk Biokul Greek	Jus bit, yogurt, dan jeruk nipis (100% + 28 + 7%)	Aktivitas tertinggi sebesar (41,9 mg/ml)	Aisy et al. (2025)
Yogurt Beku	susu kecambah kacang merah dan ekstrak kulit buah naga	Ekstrak buah naga (0-7%)	Aktivitas antioksidan tertinggi nilai 26,87%	Kusuma et al. (2022)

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa pada produk yogurt dengan penambahan beberapa buah didapatkan peningkatan aktivitas antioksidan. Pada buah bit, meningkat hingga 65,00% pada konsentrasi 30 g/L. Peningkatan aktivitas antioksidan tersebut diduga berkaitan dengan kandungan senyawa bioaktif pada buah bit, terutama betalain dan polifenol, yang memiliki aktivitas antioksidan. Menurut [Sibuea & Siantar \(2022\)](#), penambahan ekstrak buah bit pada yogurt dengan konsentrasi 30 g/L mampu meningkatkan aktivitas antioksidan hingga 65,00%, meskipun terjadi penurunan selama penyimpanan. Senyawa bioaktif pada buah bit, terutama betalain, dapat membantu menangkal radikal bebas sehingga meningkatkan aktivitas antioksidan yogurt. Betalain juga dapat berinteraksi dengan protein susu, terutama kasein. Penelitian [Liu et al. \(2026\)](#) menunjukkan bahwa betanin dapat berikatan dengan kasein melalui ikatan hidrogen dan gaya tarik antarmolekul. Interaksi tersebut dapat membantu menjaga kestabilan betanin dan mendukung aktivitas antioksidannya. Dengan demikian, peningkatan aktivitas antioksidan pada yogurt dengan penambahan bit tidak hanya disebabkan oleh adanya betalain, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh interaksinya dengan protein susu.

Hasil serupa juga dilaporkan oleh [Huwaie et al. \(2022\)](#) pada yogurt dengan penambahan sari sirsak dan winepala, di mana aktivitas antioksidan terbaik mencapai 53,59% pada konsentrasi 25% sirsak, serta menunjukkan kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Hasil penelitian [Rosiana & Khoiriyah](#)

[\(2018\)](#) menunjukkan bahwa penambahan sari apel *Rome Beauty* dan madu pada yogurt menghasilkan aktivitas antioksidan sebesar 32,83% dengan kadar gula yang tergolong rendah. Penambahan sari buah naga merah pada *Caspian Sea* yogurt juga menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan hingga 53,70% pada hari ke-0 dengan konsentrasi 20% ([Maleta & Kusnadi, 2018](#)).

Tabel 1 menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan yogurt dapat ditingkatkan melalui fortifikasi dengan berbagai buah-buahan, seperti buah bit, apel, sirsak, dan buah naga. Variasi bahan tambahan tersebut tidak hanya memengaruhi besarnya nilai DPPH, tetapi juga memperlihatkan potensi inovasi formulasi untuk memperkaya sifat bioaktif yogurt sesuai dengan preferensi konsumen. Penambahan ekstrak buah berdasarkan hasil penelitian terbukti mampu meningkatkan kandungan senyawa bioaktif serta aktivitas antioksidan pada yogurt. Senyawa aktif seperti polifenol, flavonoid, dan antosianin dari buah berkontribusi langsung dalam memperkuat kapasitas antioksidan produk. Peningkatan aktivitas antioksidan pada yogurt yang difortifikasi dengan buah dapat dikaitkan dengan adanya senyawa antosianin. Senyawa ini memiliki gugus hidroksil (-OH) yang dapat membantu menangkal radikal bebas. Gugus -OH dapat memberikan atom hidrogen atau elektron kepada radikal bebas sehingga radikal tersebut menjadi lebih stabil dan tidak mudah menyebabkan reaksi oksidasi. Kemampuan antosianin dalam menangkal radikal

bebas dipengaruhi oleh struktur senyawanya, terutama jumlah dan posisi gugus hidroksil. Keberadaan antosianin dari bahan buah dapat berkontribusi terhadap peningkatan aktivitas antioksidan pada yogurt (Tena *et al.*, 2025).

Penambahan buah juga dapat memengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) pada yogurt. Kandungan gula dan zat gizi dalam buah dapat dimanfaatkan oleh BAL selama proses fermentasi. Menurut Frilanda *et al.* (2022), penambahan pulp buah naga merah berpengaruh terhadap jumlah BAL pada yogurt, dengan jumlah tertinggi sebesar $9,52 \times 10^8$ CFU/mL pada konsentrasi 15%. Kandungan gula sederhana dalam buah naga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi sehingga mendukung pertumbuhan BAL selama fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan dalam buah dapat membantu menyediakan nutrisi yang dibutuhkan BAL selama fermentasi. Penelitian pada yogurt dengan penambahan sari buah sirsak juga menunjukkan bahwa kandungan gula, vitamin C, dan protein dalam sirsak dapat mendukung pertumbuhan BAL (Ningtiyas *et al.*, 2025). Penambahan buah pada yogurt tidak hanya dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, tetapi juga berpotensi mendukung pertumbuhan BAL selama proses fermentasi.

Fortifikasi Berbagai Jenis Rempah Pada Yogurt

Rempah-rempah telah lama dikenal bukan sekadar sebagai penyedap masakan, melainkan juga sebagai sumber senyawa bioaktif yang kaya manfaat bagi kesehatan. Integrasi bahan-bahan tersebut ke dalam produk fermentasi seperti yogurt memberikan peluang besar untuk menghasilkan pangan fungsional dengan profil antioksidan yang lebih unggul dibandingkan dengan yogurt konvensional. Kandungan fitokimia utama dalam rempah meliputi polifenol, flavonoid, terpenoid, dan minyak atsiri, yang secara sinergis berkontribusi dalam menangkal radikal bebas melalui mekanisme donasi elektron, penghambatan peroksidasi lipid, serta aktivasi jalur enzimatik antioksidan endogen (Hussain *et al.*, 2020). Kumpulan hasil penelitian penambahan berbagai jenis rempah pada produk yogurt disajikan pada Tabel 2.

Yogurt merupakan produk fermentasi susu yang memiliki nilai gizi dan berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional. Fermentasi yogurt melibatkan bakteri asam laktat (BAL), terutama *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, yang bekerja secara sinergis dalam mengubah laktosa menjadi asam laktat sehingga menghasilkan karakteristik khas yogurt. Selain menghasilkan asam laktat, aktivitas metabolik BAL selama fermentasi juga dapat menghasilkan peptida yang berpotensi memiliki aktivitas biologis, termasuk aktivitas antioksidan. Fortifikasi yogurt dengan bahan pangan yang kaya senyawa bioaktif menjadi salah satu pendekatan untuk meningkatkan nilai fungsional produk.

Berdasarkan hasil penambahan berbagai bahan nabati, khususnya rempah, dapat meningkatkan aktivitas antioksidan yogurt, meskipun besarnya peningkatan berbeda antarjenis bahan. Jahe merupakan salah satu fortifikan yang banyak digunakan karena mengandung senyawa fenolik seperti gingerol dan shogaol. Penelitian Mbaeyi-Nwaoha *et al.* (2024) menunjukkan bahwa penambahan bubuk jahe sebesar 4, 6, dan 8 g meningkatkan aktivitas penangkapan radikal DPPH dibandingkan dengan kontrol, dengan perlakuan 4 g menjadi formulasi jahe yang paling dapat diterima secara sensoris. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kandungan senyawa bioaktif belum tentu diikuti oleh peningkatan penerimaan konsumen secara linier.

Kunyit juga berpotensi sebagai fortifikan karena mengandung kurkuminoid, terutama kurkumin, yang mempunyai aktivitas antioksidan dan antimikroba. Penelitian Buniowska-Olejnik *et al.* (2023) menunjukkan bahwa penambahan kurkumin pada yogurt dapat memengaruhi aktivitas antibakteri dan karakteristik mikrobiologis produk. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa formulasi tertentu mampu mempertahankan aktivitas mikroorganisme probiotik, sedangkan formulasi dengan konsentrasi yang lebih tinggi tidak selalu memberikan keuntungan yang sama. Dengan demikian, efek kurkumin terhadap yogurt perlu dipahami berdasarkan konsentrasi dan kondisi matriks produk, bukan hanya berdasarkan peningkatan aktivitas antioksidan. Kayu manis memiliki senyawa bioaktif seperti *cinnamaldehyde* dan berbagai senyawa fenolik yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan. Jiménez-Redondo *et al.* (2022) mengevaluasi penambahan kayu manis *Cinnamomum cassia* dan *Cinnamomum verum* pada konsentrasi 0,5% dan 1,5% pada yogurt. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan kayu manis memengaruhi warna, tekstur, sineresis, jumlah mikroorganisme, aktivitas antioksidan, serta sifat sensoris. Konsentrasi 0,5% dinilai lebih sesuai untuk menghasilkan yogurt dengan mutu yang dapat diterima, sedangkan konsentrasi 1,5% menyebabkan perubahan tekstur dan sineresis yang membuat formulasi tersebut kurang sesuai.

Lada hitam juga berpotensi digunakan sebagai bahan fortifikasi karena mengandung piperine dan senyawa fenolik lainnya. Berdasarkan penelitian yang ditelaah, penambahan lada hitam dapat meningkatkan kandungan fenolik dan aktivitas penangkapan radikal pada yogurt. Selain kontribusi langsung senyawa bioaktif, perubahan aktivitas proteolitik selama fermentasi atau penyimpanan berpotensi menghasilkan peptida yang turut berkontribusi terhadap kapasitas antioksidan. Efek tersebut tetap perlu dipertimbangkan bersama karakteristik sensoris dan mikrobiologis karena senyawa bioaktif pada rempah juga memiliki aktivitas antimikroba.

Penambahan jahe merah pada yogurt juga menunjukkan kecenderungan peningkatan aktivitas antioksidan. Konsentrasi 0% menghasilkan aktivitas

antioksidan terendah, sedangkan penambahan 2% meningkatkan aktivitas hingga sekitar 9% dan 4% menghasilkan aktivitas tertinggi sekitar 11,34%. Peningkatan tersebut berkaitan dengan keberadaan senyawa fenolik jahe, terutama gingerol. Sementara itu, penambahan kayu secang menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan seiring peningkatan konsentrasi, dengan aktivitas sekitar 50% pada konsentrasi 1% dan sekitar 60% pada konsentrasi 2%.

Senyawa brazilin dan brazilein diduga menjadi komponen utama yang berkontribusi terhadap aktivitas tersebut. Secara keseluruhan, efektivitas fortifikasi tidak hanya ditentukan oleh kemampuan bahan dalam meningkatkan aktivitas antioksidan, tetapi juga oleh konsentrasi, bentuk bahan, kondisi fermentasi, serta interaksi dengan komponen yogurt. Formulasi dengan aktivitas antioksidan tertinggi tidak secara otomatis merupakan formulasi terbaik.

Tabel 2. Perbandingan hasil penelitian fortifikasi berbagai rempah pada produk yogurt

Produk	Bahan Rempah	Perlakuan	Hasil Utama	Referensi
Yogurt	Ekstrak jahe (<i>Zingiber officinale</i>)	Penambahan 4–8 g (ekstrak jahe post-fermentasi)	Aktivitas DPPH meningkat dari 20,83 ± 4,43 pada 4 g menjadi 27 ± 3,22 dan 37 ± 5,81 pada 6 dan 8 g. BAL tetap terdeteksi dan karakteristik sensoris dinilai dapat diterima.	Mbaeyi-Nwaoha <i>et al.</i> (2024)
Yogurt	Curcumin dari <i>Curcuma longa</i>	Penambahan 0,10–0,25% curcumin	Penambahan kunyit (curcumin 0,10–0,25%) meningkatkan aktivitas antioksidan yogurt secara signifikan, dengan stabilitas yang relatif baik selama penyimpanan,	Buniowska-Olejnik <i>et al.</i> (2023)
Plain yogurt	Cinnamomum verum/cassia bark extract	Penambahan 0,5–2% ekstrak kayu manis	Konsentrasi 1,5% menyebabkan perubahan tekstur dan sineresis yang tidak sesuai, sedangkan 0,5% mempertahankan fermentasi BAL dan penerimaan konsumen.	Jiménez-Redondo <i>et al.</i> (2022)
Yogurt	Ekstrak polifenol <i>Piper nigrum</i>	Penambahan 0,1 g/ml ekstrak polifenol	Aktivitas antioksidan meningkat signifikan: dengan metode DPPH 72–83%, dan dengan metode FIC ±80–83	(Shori, 2020)
Yoghurt	Sari jahe merah	Penambahan 0%, 2%, 4% sari jahe merah.	Aktivitas antioksidan meningkat dari kontrol 5,39% menjadi sekitar 9% pada 2% dan 11,36 ± 1,73% pada 4%.	Amaliah <i>et al.</i> (2025)
Yoghurt	Ekstrak kayu secang	Penambahan 0%, 0,1%, 0,3%, 0,5% ekstrak kayu secang.	Antioksidan tertinggi pada 0,5%; produk terbaik keseluruhan pada 0,1%.	Christin <i>et al.</i> (2025)

Peningkatan aktivitas antioksidan yogurt setelah fortifikasi dapat dijelaskan melalui dua sumber utama, yaitu senyawa bioaktif yang berasal dari bahan nabati dan metabolit bioaktif yang terbentuk selama fermentasi. Senyawa fenolik dari jahe, kunyit, kayu manis, lada hitam, dan secang memiliki struktur kimia yang memungkinkan terjadinya reaksi penangkapan radikal bebas. Gugus hidroksil (-OH) pada senyawa fenolik dapat mendonorkan atom hidrogen atau elektron kepada spesies radikal sehingga menghentikan reaksi berantai oksidatif. Setelah donasi tersebut, radikal fenoksil yang terbentuk relatif lebih stabil karena elektron dapat terdelokalisasi pada sistem cincin aromatik.

Mekanisme tersebut menjelaskan aktivitas senyawa seperti gingerol, kurkuminoid, dan berbagai fenolik pada rempah. Pada gingerol dan senyawa fenolik lainnya, gugus hidroksil dapat berperan sebagai donor hidrogen dalam proses penangkapan radikal. Sementara itu, aktivitas antioksidan kurkumin berkaitan dengan struktur fenolik dan sistem ikatan terkonjugasi yang memungkinkan stabilisasi bentuk

radikal setelah donasi hidrogen. Peningkatan aktivitas antioksidan yang terukur pada yogurt terfortifikasi bukan hanya menunjukkan bertambahnya jumlah senyawa antioksidan, tetapi juga menunjukkan kemampuan gugus fungsional senyawa tersebut untuk berinteraksi dengan radikal bebas.

Senyawa bioaktif tidak berada dalam kondisi bebas di dalam yogurt. Matriks yogurt mengandung protein susu, terutama kasein, yang dapat berinteraksi dengan senyawa fenolik. Interaksi tersebut dapat terjadi melalui ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, dan interaksi elektrostatik. Penelitian mengenai kompleks fenolik-β-kasein menunjukkan bahwa struktur senyawa fenolik, jumlah gugus hidroksil, dan hambatan sterik memengaruhi kekuatan interaksinya dengan kasein. Interaksi tersebut juga dapat mengubah konformasi protein dan, pada kondisi tertentu, menurunkan sebagian kapasitas antioksidan senyawa fenolik karena fraksi senyawa menjadi terikat pada protein. Temuan tersebut penting dalam menjelaskan karakter yogurt sebagai matriks pangan. Artinya, peningkatan aktivitas antioksidan tidak hanya

DOI: <https://doi.org/10.30598/ajitt.2026.14.2.201-212>

bergantung pada konsentrasi bahan fortifikan, tetapi juga pada tingkat keterikatan senyawa bioaktif dengan protein susu dan kondisi lingkungan yogurt. Interaksi tersebut dapat memberikan efek positif terhadap stabilitas senyawa bioaktif, tetapi ikatan yang terlalu kuat juga berpotensi mengurangi ketersediaannya untuk bereaksi sebagai penangkap radikal. Fermentasi oleh BAL dapat menghasilkan peptida bioaktif melalui proses proteolisis protein susu. Peptida tersebut berpotensi memberikan kontribusi tambahan terhadap aktivitas antioksidan yogurt. Peningkatan kapasitas antioksidan pada yogurt terfortifikasi dapat dipandang sebagai hasil gabungan antara senyawa fitokimia dari bahan tanaman dan peptida bioaktif yang terbentuk selama fermentasi. Hubungan tersebut lebih tepat dipahami sebagai interaksi yang kompleks daripada dikatakan sebagai sinergisme mutlak, karena efek akhirnya dipengaruhi oleh jenis senyawa, konsentrasi, pH, protein susu, proses fermentasi, dan kondisi penyimpanan.

Selain meningkatkan aktivitas antioksidan, fortifikasi bahan nabati dapat memengaruhi keberlangsungan BAL dalam yogurt. Hal ini menjadi aspek penting karena karakteristik yogurt terbentuk melalui aktivitas mikroorganisme fermentasi, sedangkan beberapa senyawa bioaktif dari rempah juga mempunyai aktivitas antimikroba. Interaksi antara bahan fortifikan dan BAL dapat bersifat mendukung maupun menghambat bergantung pada jenis dan konsentrasi senyawa yang digunakan. Pada konsentrasi tertentu, bahan nabati dapat memberikan lingkungan yang masih kompatibel dengan pertumbuhan BAL. Komponen seperti gula, serat, dan senyawa tertentu dari bahan tanaman berpotensi menyediakan substrat atau kondisi yang mendukung aktivitas mikroorganisme. Sebaliknya, senyawa fenolik dan komponen antimikroba dalam konsentrasi tinggi dapat menghambat mikroorganisme dengan memengaruhi membran sel, aktivitas enzim, atau keseimbangan metabolisme sel.

Hasil penelitian [Jiménez-Redondo et al. \(2022\)](#) menunjukkan bahwa penambahan kayu manis sebesar 0,5% sebelum fermentasi masih memungkinkan proses fermentasi oleh BAL berlangsung dengan baik dan mempertahankan karakteristik mutu yogurt. Sebaliknya, konsentrasi 1,5% menyebabkan penurunan viabilitas *Lactobacilli* selama penyimpanan, terutama pada akhir periode penyimpanan. Temuan ini memperlihatkan bahwa aktivitas antimikroba rempah tidak selalu menguntungkan bagi produk fermentasi apabila konsentrasinya terlalu tinggi. Temuan serupa dapat dilihat pada penelitian [Mbaeyi-Nwaoha et al. \(2024\)](#). Yogurt yang difortifikasi dengan jahe dan kayu manis tetap menunjukkan keberadaan BAL, dengan jumlah BAL pada sampel berada pada kisaran $1,4 \times 10^3$ hingga $2,3 \times 10^3$ CFU/mL. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa formulasi jahe 4 g merupakan formulasi yang paling dapat diterima secara sensoris. Dengan demikian, penggunaan rempah pada

konsentrasi tertentu masih memungkinkan diperolehnya yogurt dengan karakteristik mikrobiologis dan sensoris yang dapat diterima.

Pada fortifikasi kurkumin, [Buniowska-Olejnik et al. \(2023\)](#) juga menunjukkan bahwa konsentrasi bahan yang digunakan berpengaruh terhadap viabilitas mikroorganisme probiotik. Formulasi tertentu, khususnya nanoemulsi kurkumin 0,2%, mampu mempertahankan aktivitas mikroorganisme sekaligus memberikan sifat antibakteri terhadap mikroorganisme target. Hal tersebut menunjukkan bahwa aktivitas antimikroba bahan bioaktif dapat diarahkan untuk meningkatkan keamanan produk tanpa harus menghambat mikroorganisme fermentasi apabila konsentrasinya dikendalikan. Fortifikasi yogurt tidak dapat hanya dinilai berdasarkan kemampuan menghambat mikroorganisme patogen. Bahan fortifikan harus mampu mempertahankan BAL sebagai mikroorganisme yang diperlukan dalam produk. Hubungan antara senyawa bioaktif dan BAL bersifat dose-dependent, sehingga konsentrasi yang terlalu tinggi dapat mengubah efek yang awalnya menguntungkan menjadi penghambatan terhadap mikroorganisme fermentasi.

Hasil telaah menunjukkan adanya dilema antara peningkatan aktivitas bioaktif dan penerimaan sensoris. Secara umum, peningkatan konsentrasi bahan fortifikan dapat meningkatkan kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan, tetapi konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan perubahan rasa, aroma, warna, tekstur, sineresis, maupun penerimaan keseluruhan. Konsentrasi optimum seharusnya tidak ditentukan hanya berdasarkan aktivitas antioksidan tertinggi, tetapi berdasarkan titik keseimbangan antara fungsi bioaktif, stabilitas produk, viabilitas BAL, dan penerimaan konsumen. Pada fortifikasi jahe, misalnya, [Mbaeyi-Nwaoha et al. \(2024\)](#) menggunakan 4, 6, dan 8 g bubuk jahe. Aktivitas DPPH meningkat dari 20,83 pada perlakuan 4 g menjadi 27 dan 37 pada 6 dan 8 g. Namun, meskipun aktivitas antioksidan meningkat dengan bertambahnya konsentrasi, panelis memberikan penerimaan tertinggi pada yogurt dengan 4 g jahe. Temuan tersebut secara jelas memperlihatkan adanya *trade-off* antara aktivitas bioaktif dan sensoris: konsentrasi yang menghasilkan aktivitas antioksidan lebih tinggi belum tentu menjadi formulasi yang paling disukai konsumen. Fenomena yang sama terlihat pada kayu manis. [Jiménez-Redondo et al. \(2022\)](#) melaporkan bahwa konsentrasi 0,5% merupakan konsentrasi yang lebih sesuai, sedangkan penggunaan 1,5% menyebabkan perubahan tekstur dan peningkatan sineresis, sehingga formulasi tersebut dinilai tidak sesuai untuk pengembangan yogurt. Penambahan kayu manis juga memengaruhi karakteristik sensoris dan warna. Dengan demikian, penggunaan konsentrasi lebih tinggi untuk memperoleh kandungan senyawa bioaktif yang lebih besar dapat mengurangi kualitas teknologi dan penerimaan produk.

Hasil penelitian Herrera *et al.* (2023) menunjukkan bahwa fortifikasi yogurt dengan ekstrak buah *wild strawberry tree* dan hawthorn meningkatkan kapasitas antioksidan dan sifat fungsional tanpa menurunkan kualitas sensoris maupun penerimaan konsumen. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan fungsi bioaktif tidak selalu bertentangan dengan mutu sensoris apabila jenis bahan, bentuk ekstrak, dan konsentrasinya dipilih secara tepat. Berdasarkan keseluruhan hasil tersebut, titik optimum fortifikasi dapat dipandang sebagai kondisi ketika peningkatan aktivitas antioksidan masih memberikan manfaat yang nyata, sementara perubahan rasa, aroma, warna, tekstur, sineresis, dan viabilitas BAL masih berada pada tingkat yang dapat diterima. Dengan pendekatan tersebut, formulasi 4 g jahe pada penelitian [Mbaeyi-Nwaoha *et al.* \(2024\)](#) dan 0,5% kayu manis pada penelitian [Jiménez-Redondo *et al.* \(2022\)](#) dapat menjadi contoh konsentrasi yang lebih seimbang dibandingkan dengan perlakuan dengan konsentrasi lebih tinggi. Dengan demikian, tidak terdapat satu konsentrasi optimum yang dapat diterapkan pada seluruh bahan fortifikan. Perbedaan struktur kimia senyawa bioaktif, bentuk bahan, metode ekstraksi, konsentrasi, kondisi fermentasi, dan karakteristik matriks yogurt menyebabkan respons yang berbeda pada aktivitas antioksidan, viabilitas BAL, serta sifat sensoris. Pengembangan yogurt fungsional sebaiknya menggunakan pendekatan optimasi multivariabel, yaitu

menentukan konsentrasi berdasarkan kombinasi aktivitas antioksidan, viabilitas BAL, sifat fisik, dan akseptabilitas sensoris, bukan hanya berdasarkan parameter antioksidan tertinggi.

Fortifikasi Berbagai Jenis Teh Pada Yogurt

Fortifikasi yogurt dengan bahan alami yang kaya antioksidan menjadi salah satu strategi yang banyak dikembangkan untuk meningkatkan nilai fungsional produk. Fortifikasi produk yogurt untuk menambah nilai fungsional salah satunya dapat memanfaatkan berbagai jenis teh. Teh merupakan sumber senyawa bioaktif yang potensial karena mengandung *polifenol* seperti katekin, *flavonoid*, dan *theaflavin* yang berperan sebagai antioksidan kuat. Menurut [Fadhlurrohman & Susanto \(2024\)](#), penambahan ekstrak teh pada yogurt dapat meningkatkan total fenolik dan aktivitas antioksidan secara signifikan dibandingkan dengan produk tanpa fortifikasi. Berbagai jenis teh, seperti teh hijau, teh hitam, dan teh putih, memiliki kandungan senyawa bioaktif yang berbeda akibat proses pengolahannya. Teh hijau umumnya memiliki aktivitas antioksidan tertinggi karena kandungan katekin yang lebih tinggi, sedangkan teh hitam mengandung *theaflavin* dan *thearubigin* sebagai hasil oksidasi. Kumpulan hasil penelitian penambahan berbagai jenis teh pada produk yogurt disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan hasil penelitian fortifikasi berbagai jenis teh pada produk yogurt

Produk	Bahan Baku	Perlakuan	Hasil	Referensi
Set-type Yogurt	Susu rendah lemak	Bubuk teh hijau 0-3 % dan fermentasi selama 0-6 jam, penyimpanan: 1-21 hari	Aktivitas antioksidan meningkat dari perlakuan 0% teh hijau (50%), menjadi (80-85%) dengan perlakuan 3%, antioksidan meningkat (30-35%)	Jeong <i>et al.</i> (2018)
Yogurt	Susu sapi segar	Ekstrak teh rosella ungu 0-1%, tanpa ekstrak teh rosella ungu, 0,25-1%	Aktivitas antioksidan meningkat perlakuan 1%, (60-80%) terus meningkat apabila persentase perlakuan ditambah	Hartati <i>et al.</i> (2025)
Yogurt	Susu UHT	Penambahan 10% teh hitam, fermentasi 0–12 jam	Aktivitas antioksidan meningkat hingga 96,87%.	Maharani <i>et al.</i> (2021)
Caspian Sea Yoghurt	Susu UHT Full cream	Penambahan ekstrak teh hitam, teh hijau, teh putih 50%	Aktivitas meningkat seiring bertambahnya konsentrasi teh yang ditambahkan.	Maharani <i>et al.</i> (2021)
Probiotic yogurt	Susu sapi	Teh hijau: $\pm 3220 \mu\text{g}$ GAE/ml. Teh putih: $\pm 2811 \mu\text{g}$ GAE/ml. Teh hitam: $\pm 2504 \mu\text{g}$ GAE/ml	Aktivitas antioksidan yang difortifikasi dengan teh berada pada kisaran $\pm 40\text{--}70\%$.	Muniandy <i>et al.</i> (2016)

Yogurt merupakan produk fermentasi susu yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, dan *Streptococcus thermophilus* yang berperan dalam meningkatkan nilai gizi serta memberikan manfaat

kesehatan sebagai pangan fungsional. Menurut [Maharani *et al.* \(2021\)](#), proses fermentasi ini juga dapat meningkatkan kandungan senyawa bioaktif dalam produk. Yogurt sering difortifikasi dengan bahan alami seperti teh untuk meningkatkan

kandungan antioksidan ([Ramadhan et al., 2024](#)). Menurut [Ardani et al. \(2025\)](#), teh mengandung senyawa *polifenol* dan *flavonoid* yang berperan penting dalam menangkal radikal bebas, sehingga potensial digunakan dalam pengembangan yogurt fungsional.

Berdasarkan Tabel 3, fortifikasi berbagai jenis teh dapat meningkatkan aktivitas antioksidan yogurt. Penambahan bubuk teh hijau hingga 3% meningkatkan aktivitas antioksidan dari sekitar 50% menjadi 80–85%, sedangkan penambahan teh hitam hingga 10% menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi, yaitu 96,87%. Peningkatan tersebut berkaitan dengan kandungan senyawa bioaktif dalam teh, terutama polifenol dan katekin. Pada teh hijau, katekin terutama adalah *epigallocatechin gallate* (EGCG), sedangkan pada teh hitam terdapat senyawa hasil oksidasi katekin seperti *theaflavin* dan *thearubigin* yang juga berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan. Menurut [Jeong et al. \(2018\)](#), penambahan bubuk teh hijau (*green tea powder/GTP*) hingga 3% mampu meningkatkan aktivitas antioksidan dari sekitar 50% menjadi 80–85%. Katekin memiliki gugus hidroksil (-OH) yang berperan dalam menangkal radikal bebas. Gugus -OH tersebut dapat memberikan atom hidrogen atau elektron kepada radikal bebas sehingga radikal menjadi lebih stabil dan reaksi oksidasi dapat berkurang. Kemampuan katekin dalam menangkal radikal bebas dipengaruhi oleh jumlah dan posisi gugus -OH dalam strukturnya.

Selain berperan sebagai antioksidan, senyawa polifenol teh dapat berinteraksi dengan protein dalam matriks yogurt, terutama kasein. Interaksi antara senyawa polifenol teh hijau dan bakteri asam laktat selama fermentasi dapat meningkatkan ketersediaan senyawa bioaktif dalam yogurt. Menurut [Maharani et al. \(2021\)](#), interaksi antara polifenol teh hijau dan bakteri asam laktat selama fermentasi dapat meningkatkan ketersediaan senyawa bioaktif dalam yogurt. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses fermentasi juga dapat memengaruhi keberadaan senyawa bioaktif dari teh dalam yogurt. Pada yogurt dengan penambahan teh hitam, kadar polifenol meningkat dari $\pm 36,42$ mg GAE/g menjadi ± 106 mg GAE/g setelah fermentasi selama 12 jam. Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi dapat memengaruhi keberadaan senyawa bioaktif dari teh dalam yogurt.

Menurut [Hartati et al. \(2025\)](#), penambahan teh rosella hingga 1% menghasilkan aktivitas antioksidan sebesar 60–80%. Tingginya aktivitas tersebut berkaitan dengan kandungan antosianin yang berperan sebagai antioksidan. Hal tersebut sejalan dengan [Ardani et al. \(2025\)](#) yang menunjukkan bahwa penggunaan rosella dalam produk berbasis yogurt juga meningkatkan aktivitas antioksidan serta kualitas nutrisi produk secara keseluruhan. Berdasarkan hasil kajian yang tercantum pada Tabel 3, yogurt dengan penambahan teh hitam 10% menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi, yaitu 96,87%, diikuti oleh teh hijau dan teh

rosella. Penelitian [Ramadhan et al. \(2024\)](#) yang membahas tentang pengaruh antioksidan pada yogurt dengan penambahan teh menjelaskan bahwa peningkatan konsentrasi menyebabkan penurunan pH, peningkatan total asam, serta perubahan warna, aroma, dan tekstur menjadi lebih baik, dengan perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi 1%. Penambahan bahan alami dalam yogurt tidak hanya meningkatkan aktivitas antioksidan tetapi juga meningkatkan tingkat penerimaan konsumen ([Kusumayanti et al., 2018](#)). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi bahan fortifikasi yang menghasilkan aktivitas antioksidan tinggi belum tentu menjadi konsentrasi yang paling optimum secara keseluruhan, sehingga diperlukan keseimbangan antara aktivitas bioaktif dan penerimaan sensoris.

Penambahan teh pada yogurt juga dapat memengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) selama proses fermentasi. Katekin pada teh memiliki aktivitas antimikroba yang dapat memengaruhi pertumbuhan bakteri melalui interaksi dengan dinding dan membran sel serta bagian penting lainnya di dalam sel ([Renzetti et al., 2020](#)). Pada konsentrasi tertentu, senyawa polifenol teh berpotensi menghambat pertumbuhan BAL. Sebaliknya, beberapa bakteri asam laktat dapat tetap tumbuh dan berinteraksi dengan senyawa polifenol melalui proses metabolisme, sehingga pengaruh teh terhadap BAL dapat berbeda tergantung pada jenis bakteri dan konsentrasi polifenol yang digunakan.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Fortifikasi yogurt dengan bahan buah, rempah, dan teh secara umum meningkatkan aktivitas antioksidan dan nilai fungsional melalui senyawa bioaktif seperti polifenol dan flavonoid. Efektivitasnya dipengaruhi oleh jenis bahan, konsentrasi, interaksi dengan matriks yogurt, serta kondisi fermentasi dan penyimpanan. Namun, aktivitas antioksidan tertinggi tidak selalu menghasilkan produk terbaik karena konsentrasi fortifikan yang tinggi dapat memengaruhi sensoris, stabilitas fisik, dan viabilitas BAL.

Penelitian selanjutnya perlu diarahkan pada pengembangan metode optimasi multirespons untuk menentukan konsentrasi fortifikan yang mampu menghasilkan keseimbangan antara aktivitas antioksidan, viabilitas BAL, karakteristik fisik, dan penerimaan sensoris. Kajian lebih lanjut juga diperlukan untuk memahami interaksi senyawa fitokimia dengan kasein dan peptida bioaktif selama fermentasi serta mengevaluasi stabilitas dan bioaksesibilitas senyawa tersebut setelah proses pencernaan. Selain itu, pemantauan perubahan senyawa bioaktif, viabilitas BAL, aktivitas antioksidan, dan karakteristik sensoris selama penyimpanan serta penelitian komparatif dengan kondisi ekstraksi, kultur starter, konsentrasi, dan fermentasi yang terstandar diperlukan untuk

menghasilkan formulasi yogurt fungsional yang lebih konsisten, stabil, dan memiliki manfaat biologis yang lebih terukur.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I., Hao, M., Li, Y., Zhang, J., Ding, Y., & Lyu, F. (2022). Fortification of yogurt with bioactive functional foods and ingredients and associated challenges-A review. *Trends in food science & technology*, 129, 558-580. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.11.003>
- Aisy, N. R., Suwita, I. K., & Razak, M. (2025). Pengaruh penambahan yogurt dan jeruk nipis terhadap aktivitas antioksidan dan mutu organoleptik jus bit (*Beta vulgaris* L.) untuk penyakit tidak menular. *Nutriture Journal*, 4 (1), 10–19. <https://ojs.poltekkes-malang.ac.id/Nutriture/article/view/4744>
- Amalia, R. N., Rahmiwati, A., Fajar, N. A., & Sari, N. (2024). Preferensi pangan fungsional dan implikasinya terhadap kesehatan masyarakat: Tinjauan sistematis. *Jurnal SAGO Gizi dan Kesehatan*, 5(2), 456-465. <http://dx.doi.org/10.30867/gikes.v5i2.1654>
- Amaliah, P., Yuningtyas, S., & Noviard, H. (2025). Aktivitas antioksidan dan karakteristik dari yoghurt sari kedelai dengan penambahan sari jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*). *Jurnal Farmamedika (Pharmamedica Journal)*, 10 (1)(1), 107–113. <https://doi.org/10.47219/ath.v10i1.446>
- Ameilia, Somantara, I. G. B., & Hasanah, A. N. (2022). Review: potential of synbiotic yoghurt with spice combination as probiotic and antioxidant supplementation based on nutraceutical natural ingredients from lontar usadha taru pramana as local medical wisdom of Bali. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6 (1), 152–159. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i1.44>
- Ardani, N. F., Pramudita, F. G., Fitriyani, & Fadhlurrohman, I. (2025). Fortifikasi ekstrak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) pada produk olahan susu sebagai pangan fungsional. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 6(1), 699–710. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v6i1.1818>
- Arkan, N. D. A., & Setyawardani, T. (2025). Functional Potential of Greek Yoghurt as a Fermented Dairy Product: A literature review. Review. *Jurnal Ilmiah AgriSains*, 26(3), 153-162. <https://doi.org/10.22487/jiagrisains.v26i3.2025.153-162>
- Benozzi, E., Romano, A., Capozzi, V., Makhoul, S., Cappellin, L., Khomenko, I., Aprea, E., Scampicchio, M., Spano, G., Märk, T. D., Gasperi, F., & Biasioli, F. (2015). Monitoring of lactic fermentation driven by different starter cultures via direct injection mass spectrometric analysis of flavour-related volatile compounds. *Food Research International*, 76, 682–688. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.043>
- Buniowska-Olejnik, M., Urbański, J., Mykhalevych, A., Bieganski, P., Znamirowska-Piotrowska, A., Kačániová, M., & Banach, M. (2023). The influence of curcumin additives on the viability of probiotic bacteria, antibacterial activity against pathogenic microorganisms, and quality indicators of low-fat yogurt. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1118752. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1118752>
- Celik, O. F., Kilicaslan, M., Akcaoglu, S., & Ozturk, Y. (2023). Improving the antioxidant activity of yogurt through black and green tea supplementation. *International Journal of Food Science and Technology*, 58(11), 6121-6130. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16722>
- Christin, M., Setyawardani, T., & Ifani, M. (2025). Nilai pH dan keasaman es krim yoghurt dengan penambahan persentase bubuk kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) yang berbeda. *ANGON: Journal of Animal Science and Technology*, 7(1), 1-9. <http://jnp.fapet.unsoed.ac.id/index.php/angon/id/article/view/1345>
- Edkaidek, H., Dahiya, D., & Nigam, P. S. (2026). Prospects of bioactive compounds in designing functional foods: Challenges and solutions. *Foods*, 15(8), 1291. <https://doi.org/10.3390/foods15081291>
- Fadhlillah, M., Fahrudin, M. F., Anggraeni, N. I., Ginting, S. D. B., Soedjanaatmadja, U. M., & Ishmayana, S. (2024). Evaluasi kandungan polifenol dan profil nutrisi yogurt dengan penambahan kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Kimia Padjadjaran*, 3(1), 30-39. <https://jurnal.unpad.ac.id/jukimpad/article/view/66011>
- Fadhlurrohman, I., & Susanto, J. (2024). Functional food innovation based on fermented milk products with fortification of various types of tea: A review. *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI)*, 9(1), 101-114. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v9i1.10221>
- Frilanda, A., Putranto, W. S., & Gumilar, J. (2022). Pengaruh berbagai konsentrasi pulp buah naga merah pada pembuatan set yoghurt terhadap total bakteri asam laktat, nilai pH, dan total asam. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 3(1)(1), 32–41. <https://doi.org/10.24198/jthp.v3i1.39239>
- Hassanpour, S. H., & Doroudi, A. (2023). Review of the antioxidant potential of flavonoids as a subgroup of polyphenols and partial substitute for synthetic antioxidants. *Avicenna journal of phytomedicine*, 13(4), 354. <https://doi.org/10.22038/AJP.2023.21774>
- Hartati, Hilmi, I., Nur, D., Awaludin, K.,

- Fadhilurrohman, I., Arkan, N. D., Sumarmono, J., & Setyawardani, T. (2025). Fortifikasi teh rosella ungu (*Hibiscus sabdariffa* L.) sebagai pewarna alami terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik yogurt. *Jurnal Triton*, 16(1), 188–198.
<https://doi.org/https://doi.org/10.47687/jt.v16i1.936>
- Helkar, B. P., & Sahoo, A. (2016). Review: food industry by-products used as functional food ingredients. *International Journal of Waste Resources*, 6(3). <https://doi.org/10.4172/2252-5211.1000248>
- Horiuchi, H., Inoue, N., Liu, E., Fukui, M., Sasaki, Y., & Sasaki, T. (2009). A method for manufacturing superior set yogurt under reduced oxygen conditions. *Journal of Dairy Science*, 92(9), 4112–4121.
<https://doi.org/10.3168/jds.2008-1747>
- Hussain, Y., Luqman, S., & Meena, A. (2020). Research progress in flavonoids as potential anticancer drug including synergy with other approaches. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 20(20), 1791–1809.
<https://doi.org/10.2174/1568026620666200502005411>
- Huwae, L. M. C., Alfons, M. A., Tanikwele, V. C., Linansera, K. J., & Linansera, P. E. (2022). Pengaruh penambahan wine pala terhadap aktivitas antioksidan dan antibakteri yoghurt sari buah sirsak (*Annona muricata* L.). *Molucca Medica*, 15(2), 110-117.
<https://doi.org/10.30598/molmed.2022.v15.i2.110>
- Jaffar, H. M., Ambreen, S., Al-Asmari, F., Hussain, I., Rahim, M. A., Ramadan, M. F., ... & Zongo, E. (2024). Antioxidant activity, microbial viability, and sensory attributes of traditional-yogurt enriched with silymarin. *Cogent Food Agric*, 10(1), 1–17.
<https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2417838>
- Jeong, C. H., Ryu, H., Zhang, T., Lee, C. H., Seo, H. G., & Han, S. G. (2018). Green tea powder supplementation enhances fermentation and antioxidant activity of set-type yogurt. *Food Science and Biotechnology*, 27(5), 1419–1427.
<https://doi.org/10.1007/s10068-018-0370-9>
- Jiménez-Redondo, N., Vargas, A. E., Teruel-Andreu, C., Lipan, L., Muelas, R., Hernández-García, F., ... & Cano-Lamadrid, M. (2022). Evaluation of cinnamon (*Cinnamomum cassia* and *Cinnamomum verum*) enriched yoghurt during refrigerated storage. *Lwt-Food Science and Technology*, 159, 113240.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113240>
- Kalogerakou, T., & Antoniadou, M. (2024). The role of dietary antioxidants, food supplements and functional foods for energy enhancement in healthcare professionals. *Antioxidants*, 13(12), 1508. <https://doi.org/10.3390/antiox13121508>
- Kusuma, B. A. D., Aminah, S., & Harsoelistyorini, W. (2022). Aktivitas antioksidan, karakteristik fisik, dan sensoris yogurt beku kecambah kacang merah dengan variasi penambahan ekstrak kulit buah naga merah. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 12(1), 32.
<https://doi.org/10.26714/jpg.12.1.2022.32-40>
- Kusumayanti, H., Mahendrajaya, R. T., & Hanindito, S. B. (2018). Pangan fungsional dari tanaman lokal Indonesia. *Jurnal Metana*, 12(01), 26–30.
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/metana/article/view/17512>
- Lazaridis, D. G., Kitsios, A. P., Koutoulis, A. S., Malisova, O., & Karabagias, I. K. (2024). Fruits, spices and honey phenolic compounds: a comprehensive review on their origin, methods of extraction and beneficial health properties. *Antioxidants*, 13(11), 1335.
<https://doi.org/10.3390/antiox13111335>
- Liu, D., Yang, M., Sun, Y., & Zeng, X. (2026). Effect of heat pre-treatment on interaction between micellar casein and betanin, and characteristics of their complexes. *Food Chemistry: X*, 37(March), 104135.
<https://doi.org/10.1016/j.fochx.2026.104135>
- Maharani, A. I., Riskierdi, F., Febriani, I., Kurnia, K. A., Rahman, N. A., Ilahi, N. F., & Farma, S. A. (2021). Peran antioksidan alami berbahan dasar pangan lokal dalam mencegah efek radikal bebas. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 1(2), 390-399.
<https://semnas.biologi.fmipa.unp.ac.id/index.php/prosiding/article/view/355>
- Maharani, S., Sugiarti, Y., Al Falah, S. A. N. W., & Prawira-Atmaja, M. I. (2021). Kadar polifenol dan aktivitas antioksidan yoghurt teh dengan inokulum Caspian Sea selama fermentasi. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 5(2), 181-190.
<https://doi.org/10.26877/jiphp.v5i2.10221>
- Maleta, H. S., & Kusnadi, J. (2018). Pengaruh penambahan sari buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap aktivitas antioksidan dan karakteristik fisikokimia Caspian Sea yoghurt. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 6(2), 13–22.
<https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2018.006.02.2>
- Mbaeyi-Nwaoha, I. E., Uzoigwe, A. C., & Onyeaka, H. (2024). Quality evaluation of herbal yoghurt produced using cinnamon (*Cinnamomum cassia*), garlic (*Allium sativum*), and ginger (*Zingiber officinale*). *Journal of Food Quality*, 2024(1).
<https://doi.org/10.1155/2024/8262211>
- Midah, Z., Fajriansyah, F., Makmun, A., & Rasfahyana, R. (2021). Hubungan obesitas dan stress oksidatif. *UMI Medical Journal*, 6(1), 62-69. <https://doi.org/10.33096/umj.v6i1.140>

- Montemurro, M., Pontonio, E., Coda, R., & Rizzello, C. G. (2021). Plant-based alternatives to yogurt: State-of-the-art and perspectives of new biotechnological challenges. *Foods*, 10(2), 316. <https://doi.org/10.3390/foods10020316>
- Muniandy, P., Shori, A. B., & Baba, A. S. (2016). Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 8, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2016.02.002>
- Munteanu-Ichim, R. A., Canja, C. M., Lupu, M., Bădăraș, C. L., & Matei, F. (2024). *Tradition and Innovation in Yoghurt from a Functional Perspective—A Review*. *Fermentation*, 10 (7), 357. <https://doi.org/10.3390/fermentation10070357>
- Ningtiyas, A. R., Dewi, G. P., Ridwan, M., Ramadhani, N. S., & others. (2025). Analisis pengendalian kualitas produksi yogurt di UMKM Susu Segar Sukalarang. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 4(2), 378–386. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v4i2.639>
- Putra, L. A. G., Krisbianto, O., & Brotosudarmo, T. H. P. (2024). A review of the effects of fruit extracts fortification on the quality characteristics and antioxidant activities of yogurt. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 17(2), 147–159. <https://jurnal.uns.ac.id/ilmupangan/article/view/61941>
- Rahmi, H. (2017). Aktivitas antioksidan dari berbagai sumber buah-buahan di Indonesia. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 2(1), 34–38. <https://doi.org/10.33661/jai.v2i1.721>
- Ramadhan, A. D., Maslachah, L. U. W., Nurjannah, D. A. K., Setyawardani, T., Sumarmono, J., Fadhlurrohman, I., & Arkan, N. D. (2024). Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Yoghurt dengan Fortifikasi Teh Pandan (Pandanus amaryllifolius Roxb.). *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*, 6(4), 336–344. <https://doi.org/10.56625/jipho.v6i4.67>
- Renzetti, A., Betts, J. W., Fukumoto, K., & Rutherford, R. N. (2020). Antibacterial green tea catechins from a molecular perspective: mechanisms of action and structure–activity relationships. *Food & Function*, 11(11), 9370–9396. <https://doi.org/10.1039/d0fo02054k>
- Rosiana, N. M., & Khoiriyah, T. (2018). Yogurt tinggi antioksidan dan rendah gula dari sari buah apel Rome Beauty dan madu. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak*, 13(2), 81–90. <https://doi.org/10.21776/ub.jitek.2018.013.02.2>
- Sari, F. Y. K., Septiani, S., & Melati, A. (2024). Karakteristik organoleptik dan kimia produk yogurt sinbiotik dari umbi lokal. *Jurnal Medika Indonesia*, 5(1), 9–18. <https://ejr.umku.ac.id/index.php/JMI/article/view/2253>
- Shori, A. B. (2020). Inclusion of phenolic compounds from different medicinal plants to increase α -amylase inhibition activity and antioxidants in yogurt. *Journal of Taibah University for Science*, 14(1), 1000–1008. <https://doi.org/10.1080/16583655.2020.1798072>
- Shori, A. B. (2022). Storage quality and antioxidant properties of yogurt fortified with polyphenol extract from nutmeg, black pepper, and white pepper. *Electronic Journal of Biotechnology*, 57, 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2022.03.003>
- Sibuea, P., & Siantar, V. N. L. (2022). Aktivitas antioksidan yoghurt dengan penambahan ekstrak buah bit (Beta vulgaris L.) dan mutu probiotik yang dihasilkan. *Jurnal Riset Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian (RETIPA)*, 3(1), 22–29. <https://doi.org/10.54367/retipa.v3i1.2243>
- Suciati, F., & Safitri, L. S. (2021). Pangan fungsional berbasis susu dan produk turunannya. *Journal of Surimi (Sustainable Research In Management of Agroindustry)*, 1(1), 13–19. <https://doi.org/10.35970/surimi.v1i1.535>
- Supriyanti, F. M. T., Rahayu, S., & Sholihin, H. (2021). Karakteristik fisikokimia dan aktivitas antioksidan yoghurt terfortifikasi dengan tanaman obat dengan kandungan antioksidan tinggi. *Chemica Isola*, 2(2), 108–116. <https://ejournal.upi.edu/index.php/CI/article/view/FMTS>
- Tena, N., Martín, J., & Asuero, A. G. (2025). State of the art of anthocyanins: Antioxidant activity, sources, bioavailability, and therapeutic effect in human health. *Handbook of Analysis and Extraction Methods of Anthocyanins*, 3–33. <https://doi.org/10.1201/9781003453260-2>
- Wulan, D. F. P. (2024). Yogurt susu kambing Etawa (Capra aegagrus hircus) dengan penambahan daging buah alpukat (Persea americana Mill.) sebagai minuman fungsional. *Jurnal Natural Scientiae*, 4(2), 47–64. <https://doi.org/10.20527/jns.v4i2.13316>

Available online at journal homepage: <http://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/agrinimal>