

ANALISIS KOMPARATIF AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, TOTAL FENOL, DAN FLAVONOID PADA KEJU TERFORTIFIKASI HERBAL DAN REMPAH

COMPARATIVE ANALYSIS OF ANTIOXIDANT ACTIVITY, TOTAL PHENOLICS AND FLAVONOIDS IN CHEESE FORTIFIED WITH HERBS AND SPICES

Received : May 01th 2026

Accepted : Aug 15th 2026

Irfan Fadhlurrohman*

Nazmi Siti Safrina Whidarta

Ahmad Haidar Faqih

Tsuraya Rhoudotul Zukhrufillah

Triana Setyawardani

Juni Sumarmono

Teknologi Hasil Ternak,

Fakultas Peternakan,

Universitas Jenderal Soedirman

*Korespondensi

Irfan Fadhlurrohman

Jl. DR. Soeparno No.60,

Karangwangkal,

Kec. Purwokerto Utara,

Kabupaten Banyumas,

Jawa Tengah

e-mail:

irfan.fadhlurrohman@unsoed.ac.id

Abstract. Cheese is a fermented dairy product with potential to be developed as a functional food through fortification with natural ingredients. The addition of herbs and spices is known to increase the content of bioactive compounds such as antioxidants, total phenolics, and flavonoids, which play important roles in health. This study aimed to analyze and compare the effects of herb- and spice-based fortification on the bioactive content of cheese. The method used was a literature review of 10 relevant scientific articles, published between 2016 and 2026, and obtained through Google Scholar. The articles were selected based on topic relevance and similar testing parameters, including antioxidant activity DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) and FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), total phenolics, and flavonoids. The data were analyzed descriptively and comparatively based on the type of fortifying ingredient, treatment concentration, and the results obtained. The results showed that herbal fortification, such as tea, rosella, and curry leaves, was able to increase total phenolics and antioxidant activity, while spice fortification, such as cinnamon, turmeric, ginger, and cloves, not only increased antioxidant activity but also supported oxidative stability and product quality. The combination of spices also had the potential to produce a synergistic effect on antioxidant activity. Overall, herbs tended to be more dominant in increasing phenolic and flavonoid contents, whereas spices had a broader effect on the stability and quality of cheese. Therefore, the fortification of cheese with herbs and spices has the potential to support the development of cheese as a functional food with more optimal bioactive value and stability.

Keywords : Antioxidants, Fortified cheese, Flavonoids, Herbs, Total phenols, Spices.

Sitasi :

Fadhlurrohman, I., Whidarta, N. S. S., Faqih, A. H., Zukhrufillah, T. S., Setyawardani, T. & Sumarmono, J. (2026). Analisis Komparatif Aktivitas Antioksidan, Total Fenol, dan Flavonoid pada Keju Terfortifikasi Herbal dan Rempah. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 7(2): 68-85.

PENDAHULUAN

Pangan fungsional semakin banyak dikembangkan dalam industri makanan seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pola konsumsi yang sehat. Dalam menjaga kesehatan tubuh, senyawa bioaktif misalnya antioksidan, total fenol, dan flavonoid berperan untuk mengurangi resiko penyakit degeneratif. Hal terse-

but sejalan dengan tujuan *Sustainable Development Goals* nomor 3 (*Good Health and Well-being*) yang menekankan peningkatan kualitas kesehatan melalui pola konsumsi yang lebih baik. Berdasarkan data BPS 2020, tingkat konsumsi susu masyarakat Indonesia sebesar 16,27 kg/kapita/tahun masih tergolong rendah, sehingga diperlukan upaya inovasi produk susu yang lebih

menarik dan bernilai fungsional. Upaya tersebut dapat dilakukan melalui pengembangan produk olahan susu dengan nilai tambah yang lebih tinggi. Produk susu, khususnya keju, memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional karena kandungan nutrisinya yang tinggi serta kemampuannya sebagai pembawa senyawa bioaktif dan keju juga memiliki peluang pengembangan karena memiliki umur simpan relatif lebih panjang dibandingkan susu segar, karakteristik produk yang beragam, serta dapat dikembangkan melalui penambahan bahan alami tanpa menghilangkan karakteristik dasarnya. Kondisi tersebut menjadikan keju berpotensi sebagai produk olahan susu dengan nilai tambah fungsional yang lebih tinggi. (Stobiecka *et al.*, 2022 ; Avila-nava *et al.*, 2023). Selain itu, keju dapat dikonsumsi kapan saja, praktis untuk dibawa, dan memiliki umur simpan yang relatif lama sehingga penggunaannya semakin luas dan popularitasnya terus meningkat (Yanuarsyah dan Hermanuadi, 2024). Namun demikian, secara alami keju memiliki kandungan antioksidan yang relatif rendah sehingga diperlukan upaya fortifikasi untuk meningkatkan nilai fungsionalitasnya.

Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan adalah fortifikasi keju menggunakan bahan herbal dan rempah yang kaya akan senyawa fenolik dan flavonoid. Pemanfaatan bahan tersebut tidak hanya meningkatkan kualitas bioaktif produk, tetapi juga mendukung tujuan *Sustainable Development Goals* nomor 2 (*Zero Hunger*) melalui diversifikasi pangan bergizi, serta tujuan nomor 12 (*Responsible Consumption and Production*) melalui penggunaan bahan yang lebih berkelanjutan. Hasil penelitian terda-

hulu menunjukkan bahwa fortifikasi bahan herbal telah diterapkan pada berbagai produk susu, seperti susu sapi segar (He *et al.*, 2026), *greek yoghurt* (Pertami *et al.*, 2024), dan keju (Fadhlorrohman *et al.*, 2023) yang mampu meningkatkan kapasitas antioksidan dan kandungan fenolik. Penambahan ekstrak tanaman pada produk susu dapat meningkatkan kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan (Kandyliari *et al.*, 2023).

Penelitian tentang fortifikasi keju berbasis herbal dan rempah masih memiliki beberapa keterbatasan. Sebagian besar penelitian masih terbatas pada satu jenis bahan atau parameter bioaktif, sehingga hubungan antara kapasitas antioksidan, total fenol, dan flavonoid belum banyak dikaji secara menyeluruh. Selain itu, perbedaan jenis bahan dan metode ekstraksi keju menyebabkan hasil penelitian menjadi beragam dan sulit untuk dibandingkan. Diperlukan kajian yang lebih komprehensif dengan mempertimbangkan jenis bahan fortifikasi, bentuk bahan, konsentrasi penambahan, metode pengujian, serta perubahan aktivitas antioksidan, total fenol, dan flavonoid pada keju. Berdasarkan hal tersebut, artikel review ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan aktivitas antioksidan, total fenol, dan flavonoid pada keju yang difortifikasi herbal dan rempah berdasarkan jenis bahan fortifikasi, konsentrasi, metode pengolahan atau ekstraksi, serta respons bioaktif yang dihasilkan.

MATERI DAN METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini merupakan studi literatur (*literature review*) yang bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan pengaruh fortifikasi bahan herbal dan rempah terhadap aktivitas

antioksidan, total fenol, dan flavonoid pada produk keju.

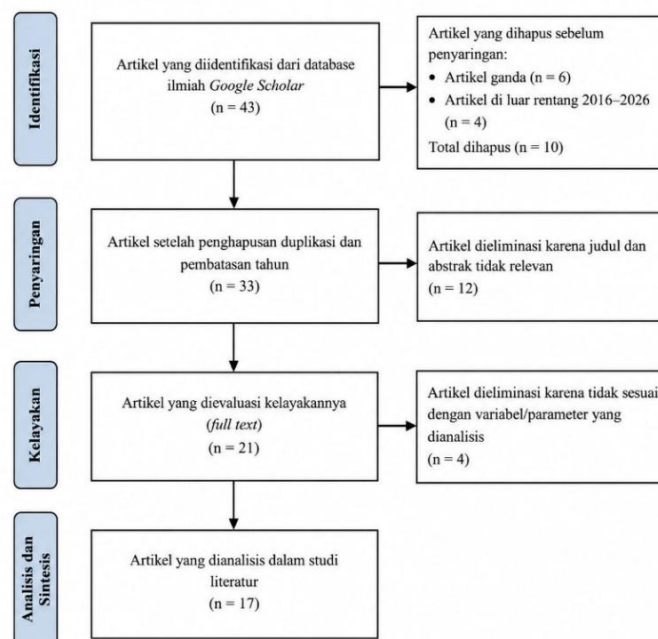
Penelusuran artikel dilakukan pada database ilmiah Google Scholar menggunakan kata kunci berikut dengan operator Boolean: *((cheese OR keju) AND (herbal OR rempah OR tea OR roselle OR cinnamon OR turmeric OR ginger OR clove OR curry leaves OR butterfly pea OR green tea OR black tea)) AND (antioxidant OR activity OR DPPH OR FRAP) AND (phenolic OR total phenol OR flavonoid)*. Penelusuran dibatasi pada publikasi tahun 2016-2026.

Kriteria inklusi: (1) artikel penelitian orisinal yang membahas fortifikasi keju menggunakan bahan herbal dan /atau rempah; (2) artikel yang melaporkan minimal salah satu parameter bioaktif (aktivitas antioksidan dengan metode DPPH atau FRAP, total fenol, atau flavonoid); (3) artikel tersedia dalam *full text*; (4) artikel berbahasa Indonesia atau Inggris; (5) publikasi tahun 2016-2026. Kriteria eksklusi: (1) artikel tidak relevan dengan topik; (2) tidak menggunakan produk keju; (3)

tidak melaporkan parameter bioaktif yang menjadi fokus; (4) duplikasi artikel; (5) tidak dapat diakses secara penuh.

Seleksi artikel dilakukan dalam empat tahap sesuai metode PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Dari 43 artikel yang diidentifikasi, setelah melalui proses seleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, diperoleh 17 artikel yang digunakan dalam analisis kualitatif.

Data diekstraksi meliputi informasi penulis, tahun publikasi, jenis keju, jenis dan bentuk bahan fortifikasi, konsentrasi perlakuan, metode pengolahan /ekstraksi, serta hasil aktivitas antioksidan, total fenol, dan flavonoid. Analisis data dilakukan secara deskriptif komparatif dengan membandingkan kecenderungan perubahan senyawa bioaktif antarpemeriksaan berdasarkan jenis bahan, konsentrasi, bentuk fortifikasi, dan metode analisis yang digunakan.



Gambar 1. Diagram alir seleksi artikel dengan metode PRISMA

Tabel 1. Kumpulan hasil penelitian fortifikasi berbagai jenis herbal pada produk keju

Produk	Bahan baku	Perlakuan	Hasil	Sumber
Keju krim	Bubuk daun kari	0–0,25% bubuk daun kari (10 hari, 4°C)	Meningkatkan total fenol, DPPH, dan FRAP secara signifikan; tertinggi pada 0,25%	Weragama <i>et al.</i> , (2021)
Keju <i>Full-fat</i>	Ekstrak teh hijau	250–1000 ppm ekstrak teh hijau	Meningkatkan total fenol dan aktivitas antioksidan secara signifikan (tidak linier)	Rashidinejad <i>et al.</i> , (2016)
Keju Segar	Ekstrak rosella ungu	0–10% ekstrak rosella ungu	Meningkatkan antioksidan, pH, tekstur, dan rendemen; efektif mulai 2,5%	Nugroho <i>et al.</i> , (2018)
Keju <i>Mozzarella</i>	Ekstrak rosella ungu	1,4% asam asetat, 4%–6% ekstrak rosella merah	Perlakuan penambahan ekstrak rosella merah 4%, 5%, dan 6% meningkatkan aktivitas antioksidan keju <i>mozzarella</i> , dengan hasil berturut-turut 18,42%, 27,28%, dan 37,11%.	Rizqiati <i>et al.</i> , (2026)
Keju <i>Mozzarella</i>	Bubuk bunga telang	0–1% bubuk bunga telang	Antosianin tertinggi 27,18 mg/g pada 1% serta peningkatan aktivitas antioksidan	Rahmadini <i>et al.</i> , (2023)
Keju segar	Teh hitam <i>orthodox</i>	0,5 –2% ekstrak teh hitam <i>orthodox</i>	Penambahan teh hitam <i>orthodox</i> 2% meningkatkan aktivitas antioksidan keju hingga 33,49%	Fadhlurrohman <i>et al.</i> , (2023)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Fortifikasi berbasis herbal

Pemanfaatan bahan herbal sebagai fortifikan pada produk pangan terus berkembang, termasuk pada produk keju. Berbagai jenis herbal diketahui mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi meningkatkan kualitas fungsional keju, terutama dalam meningkatkan aktivitas antioksidan dan kandungan total fenol. Selain itu, fortifikasi herbal juga dapat mem-

berikan pengaruh terhadap sifat fisik dan kimia produk, seperti pH, tekstur, rendemen, hingga stabilitas penyimpanan. Beberapa penelitian mengenai penambahan herbal pada berbagai jenis keju telah dilakukan dengan hasil yang beragam sesuai jenis dan konsentrasi bahan yang digunakan. Ringkasan hasil penelitian fortifikasi berbagai jenis herbal pada produk keju dapat dilihat pada Tabel 1.

1.1 Daun kari (*Murraya koenigii*)

Daun kari merupakan salah satu tanaman herbal yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan alami sekaligus memiliki aktivitas antibakteri dan antidiabetes. Berbagai manfaat tersebut berasal dari kandungan senyawa bioaktif di dalamnya, seperti flavonoid, saponin, alkaloid, terpenoid, serta minyak atsiri Cahyaningsih *et al.* (2018). Senyawa-senyawa tersebut diketahui mampu meningkatkan aktivitas antioksidan melalui mekanisme penangkapan radikal bebas dan kemampuan mereduksi oksidan dalam sistem pangan. Penelitian Tanuhariono *et al.* (2025) juga menunjukkan bahwa ekstrak daun kari memiliki kandungan fenolik yang tinggi, yaitu sebesar 4.007,78 µg/mL atau setara dengan 133,59 mg GAE/g DW. Tingginya kandungan fenolik tersebut menunjukkan bahwa daun kari merupakan sumber antioksidan alami yang potensial untuk diaplikasikan pada produk pangan fungsional. Selain itu, aktivitas antioksidan ekstrak daun kari tergolong tinggi dengan nilai IC₅₀ sebesar 37,42 µg/mL, yang menandakan kemampuan ekstrak dalam menghambat radikal bebas secara efektif.

Aktivitas antioksidan daun kari tergolong cukup tinggi. Menurut Siregar dan Aurelia, (2022) bahwa daun kari memiliki aktivitas antioksidan (*Radical Scavenging Activity*/RSA) sebesar 77,95% pada konsentrasi 90.000 ppm. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa ekstrak daun kari menghasilkan total fenolik yang lebih tinggi dibandingkan minyak atsirinya. Tingginya kandungan fenolik ini berkontribusi terhadap kemampuan antioksidan daun kari dalam menjaga stabilitas dan kualitas

produk pangan. Pemanfaatan daun kari pada produk susu fermentasi dinilai berpotensi meningkatkan nilai fungsional tanpa mengganggu karakteristik dasar produk.

Selain sebagai antioksidan, daun kari juga memiliki aktivitas antibakteri yang mendukung keamanan pangan. Ekstrak etanol daun kari diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder, seperti steroid, flavonoid, fenolik, tanin, dan saponin. Senyawa-senyawa tersebut menjadikan daun kari mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme sekaligus membantu mempertahankan mutu produk pangan. Daun kari juga mengandung senyawa *caryophyllene* yang berperan dalam mengontrol pembusukan makanan sehingga dapat mendukung stabilitas dan memperpanjang daya simpan produk Jelita *et al.* (2019). Dengan adanya aktivitas antimikroba dan antioksidan alami tersebut, daun kari berpotensi digunakan sebagai bahan fortifikasi pada produk keju fungsional.

Potensi daun kari dalam meningkatkan aktivitas antioksidan pada produk keju telah dibuktikan dalam penelitian Weragama *et al.* (2021). Pada penelitian tersebut, keju krim difortifikasi menggunakan bubuk daun kari dengan konsentrasi 0%, 0,15%, 0,2%, dan 0,25% (b/b), kemudian disimpan selama 10 hari pada suhu 4°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi daun kari secara signifikan ($p < 0,05$) mampu meningkatkan kandungan fenolik total, aktivitas antioksidan metode DPPH, serta nilai *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP). Perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi 0,25% karena menghasilkan kapasitas antioksidan tertinggi

dibandingkan kontrol, meskipun peningkatan aktivitas antioksidan sudah mulai terlihat pada konsentrasi 0,15% dan 0,2%.

1.2 Ekstrak Teh Hijau (*Camellia sinensis*)

Teh hijau dikenal sebagai sumber utama senyawa katekin yang termasuk dalam golongan flavonoid dengan aktivitas antioksidan yang sangat tinggi. Menurut Lelita *et al.* (2013) jumlah katekin yang lebih tinggi pada teh hijau mewakili jumlah polifenol dalam teh tersebut, sehingga memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi pula. Senyawa ini berperan dalam menghambat oksidasi lipid serta meningkatkan stabilitas produk pangan. Penggunaan ekstrak teh hijau dalam keju berpotensi meningkatkan kandungan fenol dan memperbaiki kualitas fungsional tanpa mengubah komposisi makronutrien secara signifikan.

Berdasarkan penelitian Rashidinejad *et al.* (2016), keju difortifikasi dengan ekstrak teh hijau pada konsentrasi 250, 500, dan 1000 ppm. Hasil menunjukkan bahwa penambahan ekstrak teh hijau meningkatkan total fenol dan aktivitas antioksidan secara signifikan ($p \leq 0,05$), meskipun peningkatannya tidak bersifat linier terhadap konsentrasi. Selain itu, sebagian senyawa katekin tetap stabil selama proses pencernaan sehingga aktivitas antioksidannya tetap terjaga. Menurut Habiburrohman dan Sukohar (2018), polifenol dalam teh hijau juga memiliki aktivitas antimikroba yang berpotensi mendukung stabilitas dan daya simpan keju.

1.3 Ekstrak Bunga Rosella Unggu (*Hibiscus sabdariffa L.*)

Bunga rosella merupakan sumber antosianin alami yang berperan sebagai antioksidan sekaligus pewarna alami dalam produk pangan. Bagian kelopak

bunga mengandung senyawa bioaktif seperti antosianin, flavonoid, dan asam askorbat berperan sebagai antioksidan alami. Menurut Agustiarini dan Wijaya, (2020) antioksidan dalam bunga rosella berperan dalam mencegah penyakit kanker, hipertensi, dan leukimia serta memiliki efek antiinflamasi. Senyawa ini memiliki kemampuan dalam menangkal radikal bebas serta meningkatkan stabilitas oksidatif. Penggunaan bunga rosella dalam keju memberikan nilai tambah tidak hanya dari sisi fungsional tetapi juga dari aspek sensori.

Peningkatan aktivitas antioksidan pada keju fortifikasi dengan herbal juga ditunjukkan oleh Rizqiati *et al.* (2026) melalui penggunaan ekstrak bunga rosella merah sebagai pengasam mozarella menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan meningkat dari 18,42% pada ekstrak rosella 4% menjadi 27,28% pada 5% dan 37,11% pada 6%. Peningkatan sebesar 18,69 poin persentase dari konsentrasi 4% ke 6% menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak rosella yang ditambahkan, semakin besar pula kontribusinya terhadap aktivitas antioksidan keju. Hal ini mengindikasikan bahwa senyawa bioaktif dalam rosella, terutama antosianin, berpotensi tetap berperan dalam meningkatkan aktivitas fungsional produk setelah proses pengolahan keju.

Tidak hanya berfungsi sebagai sumber antioksidan, bunga rosella juga mengandung vitamin C (asam askorbat) yang berpotensi mendukung proses pembentukan keju. Menurut Nugroho *et al.* (2018), kandungan asam askorbat dapat berperan sebagai bahan pengasam alami dalam pembuatan keju segar. Kondisi asam pada proses pembuatan keju dapat mempercepat

aktivitas enzim protease sehingga membantu proses pembentukan *curd*. Dengan adanya kemampuan tersebut, penggunaan bahan herbal yang kaya vitamin C, termasuk bunga rosella, diharapkan mampu meningkatkan kualitas keju segar baik dari segi tekstur maupun karakteristik fungsionalnya.

1.4 Bubuk bunga Telang (*Clitoria ternatea*)

Bunga telang (*Clitoria ternatea*) merupakan tanaman yang kaya akan pigmen antosianin dan berpotensi dikembangkan sebagai pewarna alami pada berbagai produk pangan. Penggunaan pewarna alami tidak hanya mampu meningkatkan atribut warna produk, tetapi juga memberikan manfaat fungsional seperti aktivitas antioksidan, antikanker, dan antiinflamasi (Handito *et al.* 2022). Selain itu, ekstrak bunga telang diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi dengan nilai IC₅₀ sebesar $41,36 \pm 1,191$ ppm sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan alami dalam pangan (Saputri dan Franciscus, 2021).

Bunga telang juga mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, antosianin, tanin, flavon, flavanol, asam fenolat, dan alkaloid yang berkontribusi terhadap aktivitas antibakteri pada produk pangan (Nabila *et al.* 2022). Kandungan senyawa tersebut menjadikan bunga telang berpotensi digunakan sebagai bahan fortifikasi pada produk keju untuk meningkatkan nilai fungsional sekaligus memperbaiki karakteristik sensori produk.

Berdasarkan penelitian Rahmadini *et al.* (2023), keju *mozzarella* difortifikasi dengan bubuk bunga telang pada konsentrasi 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%,

dan 1%. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan 1% menghasilkan kandungan antosianin tertinggi sebesar 27,18 mg/g serta meningkatkan aktivitas antioksidan secara signifikan. Selain itu, perlakuan ini juga memberikan nilai sensori terbaik dari segi tekstur dan rasa.

Bubuk bunga telang berbeda dengan ekstrak bunga telang dalam bentuk dan konsentrasi senyawa bioaktif yang diberikan. Apabila keju ditambahkan bubuk bunga telang dalam konsentrasi yang semakin tinggi, struktur jaringan pada produk dapat menjadi semakin padat sehingga kemampuan keju dalam mengikat dan mempertahankan air meningkat. Kondisi tersebut dapat menyebabkan viskositas produk menjadi lebih tinggi (Ismail *et al.*, 2026), sedangkan ekstraksi adalah proses pemisahan senyawa dari suatu bahan dengan bantuan pelarut. Ekstraksi dapat dilakukan melalui berbagai metode, di antaranya maserasi, *microwave assisted extraction* (MAE), dan *ultrasonic assisted extraction* (UAE). Maserasi merupakan metode ekstraksi dengan cara merendam bahan dalam pelarut hingga terjadi keseimbangan konsentrasi antara bahan dan pelarut (Fauziyah *et al.*, 2022). Berdasarkan penelitian Rahmadini *et al.* (2023), ekstrak tersebut diperoleh melalui metode maserasi dengan perbandingan 1:9 (b/v) antara bubuk bunga telang dan etanol 96%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ekstrak sebesar 1% menghasilkan kandungan antosianin tertinggi sebesar 27,18 mg/g serta meningkatkan aktivitas antioksidan secara signifikan. Perlakuan tersebut juga memberikan nilai sensori terbaik, terutama pada atribut tekstur dan rasa. Oleh karena itu, perbandingan

kandungan bioaktif antara penggunaan bubuk dan ekstrak perlu mempertimbangkan metode pengolahan serta konsentrasi senyawa aktif yang sebenarnya ditambahkan, bukan hanya persentase bahan yang digunakan.

1.4 Teh Hitam Orthodox

(*Camellia sinensis* Var. *assamica*)

Teh hitam *orthodox* merupakan sumber polifenol seperti theaflavin dan thearubigin yang berperan sebagai antioksidan sekaligus pigmen alami pada produk pangan. Menurut Fadhillah *et al.* (2021) polifenol merupakan senyawa yang memiliki banyak gugus fenol yang kemudian berkondensasi membentuk pigmen teh hitam yaitu teaflavin dan tearubigin. Keberadaan senyawa tersebut mampu meningkatkan karakteristik visual melalui pembentukan warna yang lebih intens dan stabil. Pemanfaatan teh hitam dalam keju menjadi menarik karena selain memberikan nilai fungsional, juga dapat memperbaiki aspek sensori tanpa mengubah komposisi dasar produk. Interaksi antara polifenol teh dan protein susu membentuk kompleks yang mempengaruhi penyerapan cahaya, sehingga menghasilkan perubahan warna yang lebih nyata seiring peningkatan konsentrasi teh yang ditambahkan.

Berdasarkan penelitian Fadhlurrohman *et al.* (2023) Penambahan teh hitam *orthodox* pada pembuatan keju terbukti meningkatkan sifat fungsional antioksidan, dengan perlakuan 2% memberikan hasil terbaik yaitu 33,49%, sehingga semakin tinggi penambahan teh hitam hingga tingkat tersebut semakin besar aktivitas antioksidan yang

dihasilkan. Peningkatan tersebut berkaitan dengan tingginya kandungan senyawa bioaktif dalam teh hitam yang berperan sebagai sumber antioksidan. Menurut Theafelicia dan Narsito, (2023) Pengujian aktivitas antioksidan teh hitam dengan metode DPPH mempunyai nilai 208,8 mgTE/g, dengan metode ABTS hasilnya 217,83 mgTE/g, dan dengan metode FRAP sebesar 42,15 mgTE/g.

Jika dibandingkan antarpenelitian, efektivitas bahan herbal dalam meningkatkan aktivitas antioksidan dan senyawa bioaktif keju menunjukkan pola yang berbeda bergantung pada jenis bahan dan konsentrasi yang digunakan. Bubuk daun kari pada konsentrasi 0,25% mampu meningkatkan total fenol serta aktivitas antioksidan berdasarkan metode DPPH dan FRAP, sedangkan ekstrak teh hijau pada konsentrasi 250–1000 ppm juga meningkatkan total fenol dan aktivitas antioksidan, meskipun peningkatannya tidak menunjukkan pola linier terhadap konsentrasi. Pada fortifikasi menggunakan rosella, peningkatan aktivitas antioksidan terlihat lebih jelas seiring peningkatan konsentrasi, yaitu dari 18,42% pada konsentrasi 4% menjadi 37,11% pada konsentrasi 6%. Sementara itu, bubuk bunga telang pada konsentrasi 1% menghasilkan kandungan antosianin tertinggi sebesar 27,18 mg/g dan meningkatkan aktivitas antioksidan. Perbedaan respons tersebut menunjukkan bahwa efektivitas fortifikasi tidak hanya ditentukan oleh konsentrasi, tetapi juga oleh jenis bahan dan bentuk fortifikasi yang digunakan.

Tabel 2. Kumpulan hasil penelitian fortifikasi berbagai jenis rempah pada produk keju

Produk	Bahan Baku	Perlakuan	Hasil	Sumber
Keju lunak	Kombinasi kayu manis, kunyit, serai	≤3% kombinasi kayu manis, kunyit, serai	Antioksidan tertinggi 79,11% dan peningkatan total fenol signifikan	Arkan <i>et al.</i> , 2024
Keju <i>Mozzarella</i>	Ekstrak kayu manis	0–9% ekstrak kayu manis	Kualitas kimia terbaik pada 6% (pH dan TAT stabil)	Rahmadini <i>et al.</i> , 2023
Keju lunak	Ekstrak jahe	1% ekstrak jahe	Meningkatkan stabilitas oksidatif, menekan mikroba, dan kualitas organoleptik	El-Zawahry dan Wahed, 2018
Keju krim	Minyak cengkeh	0,37% minyak esensial cengkeh	IC50 turun dari 0,477 menjadi 0,146 (antioksidan meningkat signifikan)	Charfi <i>et al.</i> , 2021
Keju Camembert	Keju dengan jintan, lada Sichuan	1 gram cumin, 1 gram Sichuan pepper, 1 gram campuran keduanya	<i>Total phenolic content</i> pada kontrol naik dari 20,8 menjadi 82,3 mg GAE/g.	Gebereyowhans <i>et al.</i> , (2024)

2. Fortifikasi berbasis rempah

Rempah - rempah merupakan bahan alami yang kaya senyawa bioaktif seperti fenol dan minyak atsiri yang berperan sebagai antioksidan dan antimikroba. Dalam produk keju, fortifikasi rempah tidak hanya meningkatkan nilai fungsional, tetapi juga dapat memperbaiki stabilitas kimia, kualitas sensori, serta daya simpan produk. Berbagai penelitian telah menunjukkan pengaruh positif penambahan rempah terhadap karakteristik keju dengan hasil yang bervariasi tergantung jenis dan konsentrasinya. Ringkasan hasil penelitian fortifikasi berbagai jenis rempah pada produk keju disajikan pada Tabel 2.

2.1 Kombinasi kayu manis, kunyit, dan serai

Kayu manis, kunyit, dan serai merupakan rempah yang kaya akan senyawa bioaktif, seperti polifenol, kurkumin, serta minyak atsiri, yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan dan antimikroba. Senyawa-senyawa tersebut berperan penting dalam menangkal radikal bebas serta membantu mempertahankan kualitas pangan. Kunyit (*Curcuma longa L.*), misalnya, mengandung senyawa aktif kurkumin yang bersifat antioksidan dan antibakteri. Menurut Nafisah *et al.* (2024), aktivitas antioksidan kunyit bahkan setara dengan vitamin C dan E.

Selain kunyit, kayu manis juga memiliki potensi antioksidan yang tinggi. Hanum *et al.* (2023) melaporkan bahwa penambahan kayu manis sebanyak 1% mampu memperbaiki nilai antioksidan pada susu pasteurisasi. Aktivitas tersebut dipengaruhi oleh kandungan senyawa utama dalam kayu manis, yaitu sinamaldehyd sebesar 74% dan eugenol sebesar 85,3%, yang keduanya diketahui memiliki kemampuan antioksidan.

Serai juga berpotensi sebagai sumber antioksidan alami karena mengandung berbagai senyawa bioaktif. Menurut Yudiastama *et al.* (2023) batang serai memiliki senyawa aromatik seperti sitronelal dan geraniol yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan. Selain itu, serai dapur mengandung asam klorogenat, isoorientin, alkaloid, flavonoid, fenol, dan minyak esensial yang turut mendukung aktivitas antioksidannya (Sari, 2016). Penelitian Fadhlurrohman *et al.* (2023) juga menunjukkan bahwa kadar fenolik total ekstrak metanol serai dapur mencapai 26,37 mg GAE/g DW, yang menunjukkan kandungan senyawa fenolik cukup tinggi.

Penggunaan kombinasi beberapa rempah diketahui dapat menghasilkan efek sinergis, sehingga aktivitas antioksidan yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan penggunaan rempah secara tunggal. Hal ini dibuktikan dalam penelitian Arkan *et al.* (2024) yang melakukan fortifikasi keju lunak menggunakan kombinasi kayu manis, kunyit, dan serai hingga konsentrasi maksimum 3%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi kayu manis dan kunyit menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi, yaitu mencapai 79,11%, serta mampu meningkatkan total fenol secara signifi-

kan. Selain itu, fortifikasi rempah tersebut juga meningkatkan kualitas tekstur dan sifat fisikokimia keju lunak.

2.2 Ekstrak Kayu Manis

(*Cinnamomum burmanni*)

Kayu manis mengandung senyawa cinnamaldehyde dan polifenol yang berperan sebagai antioksidan serta memiliki aktivitas antimikroba. Menurut Yuwanda *et al.* (2023) bahwa kandungan senyawa kulit batang kayu manis, yaitu minyak atsiri terutama golongan cinnamaldehyde, polifenol dan saponin yang bersifat bakterisida dan fungisida. Minyak atsiri mengandung beberapa senyawa yang memiliki aktivitas antimikroba, contohnya golongan senyawa terpenoid (Assegaf *et al.* 2020). Senyawa ini mampu menghambat oksidasi serta memperbaiki stabilitas produk selama penyimpanan. Penggunaannya dalam keju memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas kimia produk.

Berdasarkan penelitian Rahmadini *et al.* (2023) keju difortifikasi dengan ekstrak kayu manis pada konsentrasi 0%, 3%, 6%, dan 9% (v/v) selama penyimpanan 7 hari pada suhu rendah. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi 6% menghasilkan kualitas kimia terbaik, ditandai dengan kestabilan pH dan total asam tertitrasi yang lebih optimal dibandingkan perlakuan lainnya.

2.3 Ekstrak Jahe (*Zingiber officinale*)

Jahe mengandung senyawa bioaktif seperti gingerol dan shogaol yang memiliki aktivitas antioksidan dan antimikroba. Menurut Munadi, (2020), bahwa pada rimpang jahe merah mempunyai senyawa gingerol yang memiliki aktivitas antioksidan. Senyawa ini berperan dalam meningkatkan stabilitas oksidatif serta memperpanjang umur simpan produk pangan. Selain

itu, jahe juga memberikan karakteristik sensori khas pada produk.

Secara umum, jahe mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang mampu meningkatkan aktivitas antioksidan dan membantu menghambat oksidasi lemak pada produk berbasis susu seperti keju. Menurut penelitian Aldhalemi *et al.* (2023) penambahan ekstrak minyak jahe ke keju putih lunak meningkatkan aktivitas antioksidan, total fenol, dan kadar flavonoid dibanding keju tanpa tambahan jahe. Kenaikan antioksidan dan total fenol paling jelas terlihat, sementara peningkatan flavonoid lebih terbatas. Dengan demikian, jahe berperan sebagai bahan alami yang memperkuat sifat antioksidan keju lunak tanpa mengganggu kualitas sensorik utama.

Berdasarkan penelitian El-Zawahry dan El-Wahed, (2018) keju lunak difortifikasi dengan ekstrak jahe sebanyak 1% baik dalam bentuk ekstrak air maupun etanol. Hasil menunjukkan bahwa ekstrak jahe meningkatkan stabilitas oksidatif, menekan pertumbuhan mikroba, serta meningkatkan kualitas organoleptik keju selama penyimpanan. Perlakuan terbaik diperoleh pada ekstrak etanol jahe 1%.

2.4 Minyak Esensial Cengkeh (*Syzygium aromaticum*)

Cengkeh merupakan rempah yang kaya akan senyawa eugenol yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Menurut Amin dan Guspiana, (2025) senyawa eugenol pada cengkeh merupakan suatu komponen fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Senyawa ini berperan dalam menghambat oksidasi lipid serta meningkatkan stabilitas produk pangan. Penggunaan minyak esensial cengkeh dalam keju memberikan efek signifikan

terhadap peningkatan kapasitas antioksidan.

Berdasarkan penelitian Charfi *et al.* (2021) keju krim difortifikasi dengan minyak esensial cengkeh pada konsentrasi optimum 0,37%. Hasil menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan meningkat secara signifikan, ditandai dengan penurunan nilai IC50 dari 0,477 pada kontrol menjadi 0,146 pada keju fortifikasi. Hal ini menunjukkan peningkatan kemampuan dalam menangkap radikal bebas.

2.5 Jintan (*Cuminum cyminum*) dan lada Sichuan (*Zanthoxylum bungeanum Maxim.*)

Jintan dan lada Sichuan merupakan rempah yang kaya akan senyawa fenolik dan flavonoid yang berperan sebagai antioksidan alami dalam produk pangan. Senyawa tersebut mampu meningkatkan kapasitas antioksidan serta membantu memperlambat proses oksidasi selama pematangan keju. Menurut Sukardi *et al.* (2021), kandungan total fenol memiliki hubungan erat dengan aktivitas antioksidan karena senyawa fenolik berperan dalam menangkap radikal bebas. Selain itu, He *et al.* (2025) melaporkan bahwa lada Sichuan (*Zanthoxylum bungeanum Maxim.*) memiliki kandungan flavonoid yang cukup tinggi, yaitu sekitar 11,2%, serta memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri.

Berdasarkan penelitian Gebereyowhans *et al.* (2024), keju Camembert berbasis susu kambing yang ditambahkan jintan, lada Sichuan, serta kombinasi keduanya menunjukkan kapasitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan kontrol tanpa penambahan rempah. Peningkatan ini terlihat dari *total phenolic content* yang pada kontrol meningkat dari 20,8 menjadi 82,3 mg GAE/g, sedangkan pada perlakuan

jintan mencapai 32,5–94,5 mg GAE/g, lada Sichuan 46,7–118,8 mg GAE/g, dan kombinasi keduanya 37,4–104,6 mg GAE/g selama pematangan. Nilai tersebut menunjukkan bahwa lada Sichuan memberikan kontribusi terbesar terhadap peningkatan kandungan fenolik dalam keju.

Peningkatan kandungan fenolik tersebut sejalan dengan aktivitas antioksidan yang diukur menggunakan metode DPPH. Aktivitas penangkapan radikal pada kontrol meningkat dari 10,4 menjadi 60,4%, sedangkan pada perlakuan jintan mencapai 16,7–73,5%, lada Sichuan 25,8–87,8%, dan kombinasi keduanya 20,3–80,7% selama 40 hari pematangan. Efektivitas lada Sichuan yang lebih tinggi dibandingkan jintan mengindikasikan bahwa komposisi senyawa bioaktif yang lebih kompleks memberikan kontribusi lebih besar terhadap aktivitas antioksidan. Kombinasi kedua rempah juga menunjukkan adanya efek sinergis, meskipun tidak melebihi perlakuan tunggal lada Sichuan, sehingga penambahan rempah berpotensi meningkatkan kualitas fungsional dan stabilitas produk keju.

Hasil berbagai penelitian menunjukkan bahwa respons keju terhadap fortifikasi rempah juga berbeda berdasarkan jenis rempah, konsentrasi, dan bentuk penggunaannya. Kombinasi kayu manis, kunyit, dan serai menghasilkan aktivitas antioksidan hingga 79,11% dan menunjukkan peningkatan total fenol yang signifikan, sedangkan minyak esensial cengkeh pada konsentrasi 0,37% meningkatkan aktivitas antioksidan yang ditunjukkan melalui penurunan nilai IC₅₀ dari 0,477 menjadi 0,146. Ekstrak jahe pada konsentrasi 1% tidak hanya meningkatkan stabilitas oksidatif, tetapi juga membantu menekan pertumbuhan mikroba

dan mempertahankan kualitas organoleptik selama penyimpanan. Pada keju Camembert, lada Sichuan menghasilkan peningkatan total fenol dan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan jintan, dengan total fenol mencapai 118,8 mg GAE/g dan aktivitas penangkapan radikal DPPH hingga 87,8%. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa rempah dengan kandungan senyawa bioaktif yang berbeda dapat memberikan respons fungsional yang berbeda pula pada produk keju.

3. Perbandingan Fortifikasi Herbal dan Rempah pada Keju

Berdasarkan hasil penelitian yang dikaji, fortifikasi herbal dan rempah sama-sama berpotensi meningkatkan sifat fungsional keju, tetapi menunjukkan karakteristik respons yang berbeda. Bahan herbal seperti daun kari, teh hijau, rosella, bunga telang, dan teh hitam *orthodox* secara umum lebih banyak dikaitkan dengan peningkatan kandungan fenolik, antosianin, serta aktivitas antioksidan. Sebaliknya, fortifikasi rempah seperti kayu manis, jahe, cengkeh, kunyit, serai, jintan, dan lada Sichuan menunjukkan pengaruh yang lebih beragam, tidak hanya terhadap aktivitas antioksidan dan total fenol, tetapi juga terhadap stabilitas oksidatif, kualitas mikrobiologis, dan karakteristik fisikokimia keju. Dengan demikian, perbedaan respons tersebut menunjukkan bahwa pemilihan bahan fortifikasi perlu mempertimbangkan tujuan fungsional yang ingin dicapai.

Jika ditinjau dari konsentrasi, tidak terdapat satu tingkat penambahan yang dapat dinyatakan paling efektif untuk seluruh bahan. Pada bahan herbal, daun kari memberikan hasil terbaik pada konsentrasi 0,25%, bunga telang pada 1%, sedangkan teh hitam

orthodox menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi pada konsentrasi 2%. Pada kelompok rempah, minyak esensial cengkeh memberikan hasil optimal pada 0,37%, ekstrak jahe pada 1%, sedangkan kombinasi kayu manis, kunyit, dan serai menghasilkan aktivitas antioksidan tinggi pada konsentrasi hingga 3%. Hal tersebut menunjukkan bahwa efektivitas fortifikasi lebih dipengaruhi oleh karakteristik senyawa bioaktif masing-masing bahan dibandingkan oleh konsentrasi penambahan semata. Selain itu, perbandingan antarpelelitian menunjukkan bahwa metode pengujian juga perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan tingkat aktivitas antioksidan. Beberapa penelitian menggunakan DPPH, sedangkan penelitian lain menggunakan FRAP atau parameter IC50, sehingga nilai yang diperoleh tidak dapat dibandingkan secara langsung sebagai ukuran absolut efektivitas antar bahan. Oleh karena itu, sintesis hasil lebih tepat dilakukan dengan melihat kecenderungan perubahan dibandingkan kontrol pada masing-masing penelitian. Berdasarkan kecenderungan tersebut, baik herbal maupun rempah terbukti memiliki potensi sebagai fortifikan keju, tetapi keunggulan fungsionalnya berbeda sesuai jenis bahan, konsentrasi, dan parameter yang digunakan untuk mengevaluasi respons bioaktif.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelusuran berbagai hasil penelitian, fortifikasi bahan herbal dan rempah pada produksi keju berpotensi meningkatkan nilai fungsional dan kandungan senyawa bioaktif keju. Fortifikasi bahan herbal seperti bubuk daun kari (0,15–0,25%), ekstrak teh hijau (250–1000 ppm), ekstrak

rosella (2,5–10%), serta bubuk bunga telang (hingga 1%) terbukti mampu meningkatkan kandungan fenolik total, aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dan FRAP, serta kadar antosianin hingga 27,18 mg/g. Selain itu, penambahan teh hitam *orthodox* sebanyak 0,5–2% mampu meningkatkan aktivitas antioksidan keju hingga 33,49%. Fortifikasi rempah seperti ekstrak kayu manis (6%), ekstrak jahe (1%), dan minyak cengkeh (0,37%) tidak hanya meningkatkan aktivitas antioksidan, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan stabilitas oksidatif. Penggunaan kombinasi kayu manis, kunyit, dan serai hingga konsentrasi 3% menghasilkan aktivitas antioksidan yang tinggi, yaitu mencapai 79,11%. Secara keseluruhan, penggunaan bahan herbal cenderung lebih dominan dalam meningkatkan kandungan fenol dan flavonoid, sedangkan bahan rempah memberikan kontribusi yang lebih luas terhadap stabilitas dan kualitas mikrobiologis produk. Peningkatan nilai fungsional keju melalui berbagai jenis herbal dan rempah menunjukkan potensinya sebagai salah satu strategi pengembangan pangan fungsional yang mendukung pola konsumsi sehat.

DAFTAR PUSTAKA

Agustiarini dan Wijaya. 2020. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol-air (1:1) bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) dengan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). *Jurnal Penelitian Sains*. 22(1):37–44.

- Aldhalemi, A, A., M. Aldhalemi, A, A. Joodi, and Q. R. Lahhob. 2023. Incorporating Ginger Oil Extracts to Optimize the Chemical Composition, Sensory Evaluation, and Antimicrobial Efficacy of Soft White Cheese: A Novel Approach. *South Asian Journal of Life Sciences*. 11:527–534. doi:10.17582/journal.sajls/2023/11.7.13.
- Amin, S., and R. Guspiana. 2025. Tinjauan Kimia Medisinal Potensi Ekstrak Minyak Atsiri Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Bagi Kesehatan. *Journal of Public Health Science*. 2 (2), 153–159. doi:10.70248/jophs.v2i2.2194.
- Arkan, N. D., T. Setyawardani, and J. Sumarmono. 2024a. Pengaruh Varian Bubuk Rempah Lokal terhadap Karakteristik Kadar Air, Warna (Hue, Chroma, dan Whiteness Index), Rendemen, dan Persentase Whey Keju. *Jurnal Ilmiah Fillia Cendekia*. 9 (1):23–29. doi:10.32503/fillia.v9i1.5101.
- Arkan, N. D., T. Setyawardani, J. Sumarmono, R. Naufalin, S. S. Santosa, and A. H. D. Rahardjo. 2024b. Effect of Spice Powder on Physicochemical Characteristics, Functional Properties and Microbiological Quality in Soft Cheese. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. 43(3):396–403. doi:10.18805/ajdfr.DRF-374.
- Assegaf, S., A. P. Kawilarang, and R. Handajani. 2020. Antibacterial Activity Test of Red Ginger Extract (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) Against *Streptococcus pyogenes* In vitro. *Biomolecular and Health Science Journal*. 3(1):24. doi:10.20473/bhsj.v3i1.19130.
- Avila-nava, A., I. Medina-vera, H. Toledo-alvarado, L. Corona, and C. C. Márquez-mota. 2023. Supplementation with antioxidants and phenolic compounds in ruminant feeding and its effect on dairy products A systematic review. 2023. Cambridge University Press.
- Cahyaningsih, E., P. E. S. K. Yuda, and I. M. Susanthi. 2018. Uji Efek Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Salam India (*Murraya koenigii* L) Terhadap Tikus (*Rattus norvegicus*) Jantan Yang Diinduksi Karagenan 1%. *Jurnal Ilmiah Medicamento*. 4(1): 25-31. doi:10.36733/medicamento.v4i1.875.
- Charfi, I., C. Moussi, H. Ghazghazi, A. Gorra, R. Louhichi, and S. Bornaz. 2021. Using Clove Essential Oil to Increase the Nutritional Potential of Industrial Fresh Double Cream Cheese. *Food and Nutrition Sciences*. 12(12):1269–1286. doi:10.4236/fns.2021.1212093.

- El-Zawahry, A., and E. Abd El-Wahed. 2018. Effect of Ginger Rhizomes Extracts on Keeping Quality and Oxidative Stability of UF-White Soft Cheese. *Journal of Food and Dairy Sciences*. 9(9): 333–338. doi:10.21608/jfds.2018.36024.
- Fadhilah, Z. H., F. Perdana, and R. A. M. R. Syamsudin. 2021. Review: Telaah Kandungan Senyawa Katekin dan Epigallocatekin Galat (EGCG) sebagai Antioksidan pada Berbagai Jenis Teh. *Jurnal Pharmascience*. 8(1): 31. doi:10.20527/jps.v8i1.9122.
- Fadhlurrohman, I, R. Maulaeni, and A. C. Tirta. 2023. Fortifikasi Serai (*Cymbopogon citratus*) pada Produk Susu Fermentasi sebagai Potensi Pangan Fungsional: Kajian Literatur. Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian. 4(1):418–428. doi:10.47687/snppvp.v4i1.666.
- Fadhlurrohman, I., T. Setyawardani, and J. Sumarmono. 2023. Development of Cheese as an Antioxidant Functional Food with the Addition of Orthodox Black Tea. *Tropical Animal Science Journal*. 46(3): 367–374. doi:10.5398/tasj.2023.46.3.367.
- Fauziyah, R., A. Widyasanti, and S. Rosalinda. 2022. Perbedaan Metode Ekstraksi terhadap Kadar Sisa Pelarut dan Rendemen Total Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.). *Kimia Padjadjaran*. 1:18–25.
- Gebereyowhans, S., S. Zhang, X. Pang, K. Workelul, J. Lu, and J. Lv. 2024. Effects of Sichuan pepper (*Zanthoxylum bungeanum*) and cumin (*Cuminum cyminum* L.) on the quality and antioxidant capacity of Camembert type cheese made from goat milk. *Heliyon*. 10(23). doi:10.1016/j.heliyon.2024.e40717.
- Habiburrohman, D., and A. Sukohar. 2018. Antioxidant and Antimicrobial Activity of Green Tea Polyphenols. *Jurnal Agromedicine Unila*. 5(2):587–591.
- Handito, D., E. Basuki, S. Saloko, L. G. Dwikasari, and E. Triani. 2022. Analisis (*Clitoria ternatea*) Sebagai Antioksidan Alami Pada Produk pangan. Prosiding SAINTEK. 4:64–70.
- Hanum, Z., Z. M. Gaznur, Z. Aini, and A. Wibowo. 2023. Aktivitas Antioksidan dari Susu Pasteurisasi dengan Penambahan Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) sebagai Minuman Kesehatan. *Jurnal Agripet*. 23(1): 64–69.
- He, L., Y. Yi, H. Jia, C. Xu, M. Qiao, X. Cai, S. Y. Leong, N. Singaram, S. W. Chan, and H. Peng. 2025. Impact of Harvest Periods on the Physicochemical and Flavour Characteristics of Sichuan Pepper (*Zanthoxylum bungeanum* Maxim). *Foods*. 14(7):1155. doi:10.3390/foods14071155.

- He, Y., Y. Qin, W. Xu, J. Yan, Y. Shen, T. Ye, H. Niu, J. Tan, L. Jiang, and Y. Zhao. 2026. Citrus flavonoid-enriched milk protects against intestinal oxidative stress and barrier dysfunction in mice. *Food Chemistry*. 508. doi:10.1016/j.foodchem.2026.148378.
- Ismail, N., A. B. Rachman, A. S. Modjo, M. Isra, and L. Ahmad. 2026. Pengaruh Konsentrasi Bubuk Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) terhadap Karakteristik Fisikokimia, Aktivitas Antioksidan. *Jambura Journal of Food Technology (JJFT)*. 8:3–5.
- Jelita, J., B. Wirjosentono, T. Tamrin, and L. Marpaung. 2019. Aktivitas Antibakteri dan antioksidan dari Ekstrak Daun Kari (*Murayya koeginii*) Ditinjau dari Waktu Penyimpanan. *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)*. 2(1):29–36. doi:10.32734/st.v2i1.308.
- Kandyliari, A., P. Potsaki, P. Bousdouni, C. Kaloteraki, M. Christofilea, K. Almpounioti, A. Moutsou, C. K. Fasoulis, L. V. Polychronis, V. K. Gkalpinos, A. G. Tzakos, and A. E. Koutelidakis. 2023. Development of Dairy Products Fortified with Plant Extracts: Antioxidant and Phenolic Content Characterization. *Antioxidants*. 12(2):1–21. doi:10.3390/antiox12020500.
- Lelita, D. I., R. Rohadi, and A. S. Putri. 2013. Sifat Antioksidatif Ekstrak Teh (*Camellia sinensis* Linn.) Jenis Teh Hijau, Teh Hitam, Teh Oolong Dan Teh Putih Dengan Pengeringan Beku (Freeze Drying). *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*. 13(1):15–30. doi:10.26623/jtphp.v13i1.2372.
- Munadi, R. 2020. Analisis Komponen Kimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc. Var *rubrum*). *Cokroaminoto Journal of Chemical Science*. 2(1):1–6.
- Nabila, F., D. Radhityaningtyas, V. Yusrina, F. Listyaningrum, & N. Aini. 2022. Potensi Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Sebagai Antibakteri pada produk pangan. *Jitipari*. 7 (1):68–77.
- Nafisah, E., L. W. Ningrum, R. Utami, and L. Hudi. 2024. Pengaruh lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan kombucha kunyit (*Curcuma longa* L.) sebagai minuman probiotik Effect of fermentation time on antioxidant activity of turmeric kombucha (*Curcuma longa* L.) as a probiotic drink Eri. *Journal SAGO gizi dan Kesehatan*. 5(3):633–638.
- Nugroho P, Dwiloka B, and Rizqianti H. 2018. Rendemen, Nilai pH, Tekstur, dan Aktivitas Antioksidan Keju Segar dengan Bahan Pengasam Ekstrak Bunga Rosella Ungu. *Jurnal Teknologi Pangan*. 2(1):33–39.

- Pertami, S. B., E. Yunitasari, B. Budiono, R. Yulifah, N. P. Astuti, T. Herawati, S. N. Arifah, and M. F. Atho'illah. 2024. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Greek-style Yoghurt Infused with Shield Aralia Leaves. *Natural and Life Sciences Communications*. 23(3):1–11. doi:10.12982/NLSC.2024.045.
- Rahmadini, A. S., A. A. Putra, A. Rakhmadi, and Y. Ernita. 2023. Analisis Sifat Fisikokimia Keju Mozarella dengan Penambahan Antosianin dari Bubuk Bunga Telang (*Clitoria ternatea*). *Agroteknika*. 6(2):198–212. doi:10.55043/agroteknika.v6i2.159.
- Rashidinejad, A., E. J. Birch, and D. W. Everett. 2016. Antioxidant Activity and Recovery of Green Tea Catechins in Full-Fat Cheese Following Gastrointestinal Simulated Digestion. *Journal of Food Composition and Analysis*. 48:13–24. doi:10.1016/j.jfca.2016.02.004.
- Rizqiati, H., B. Dwiloka, R. A. Fawait, and K. T. Saman. 2026. Effect of red rosella flower extract as an acidulant on yield, total dissolved solids, texture hardness, color, antioxidant activity, and pH value of Mozzarella cheese. *Journal of Advanced Veterinary Research*. 16 (1):7–11.
- Saputri, D, T., Pranata, F, S., Swasti, Y, R. 2021. Potensi Aktivitas Antioksidan Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*) Ungu Dan Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) Dalam Pembuatan Permen Jeli. *Pasundan Food Technology Journal*. 8(3):95–105. doi:10.23969/pftj.v8i3.4615.
- Sari, A. N. 2016. Berbagai Tanaman Rempah Sebagai Sumber Antioksidan Alami. *Elkawanie*. 2:203. doi:10.22373/ekw.v2i2.2695.
- Siregar, T. M., and L. Aurelia. 2022. Pengaruh Konsentrasi Minyak Atsiri Daun Kari (*Murraya koenigii* (L.) Spreng) dan Madu Terhadap Karakteristik Minuman Fungsional. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 6(1):25–42.
- Stobiecka, M., J. Król, and A. Brodziak. 2022. Antioxidant Activity of Milk and Dairy Products. *Animals*. 12(3). doi:10.3390/ani12030245.
- Sukardi, and S. N. I. Arief, Winarsih. 2021. Kajian Antioksidan, Total Fenol & Total Flavonoid Jamu. *Food Technology and Halal Science Journal*. 4(1):39–51.
- Tanuhariono, A. F., D. Limanan, F. Ferdinal, and E. Yulianti. 2025. Konsentrasi Fenolik Total dan Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Metanol Daun Kari (*Murraya koenigii* L.). *Cermin Dunia Kedokteran*. 52(5):293–296. doi:10.55175/cdk.v52i5.1333.

- Theafelicia, Z., and S. Narsito Wulan. 2023. Perbandingan Berbagai Metode Pengujian Aktivitas Antioksidan (DPPH, ABTS dan FRAP) Pada Teh Hitam (*Camelia sinensis*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 24 (1):35–44. doi:10.21776/ub.jtp.2023.024.01.4.
- Weragama, D., V. Weerasingha, L. Jayasumana, J. Adikari, J. K. Vidanarachchi, and H. Priyashantha. 2021. The physicochemical, microbiological, and organoleptic properties and antioxidant activities of cream cheeses fortified with dried curry leaves (*Murraya koenigii* L.) powder. *Food Science and Nutrition*. 9:5774–5784. doi:10.1002/fsn3.2551.
- Yanuarsyah, A. A., and D. Hermanuadi. 2024. Analisis Aspek Finansial dalam Perencanaan Unit Pengolahan Keju Mozzarella Analysis of Financial Aspects in Planning a Mozzarella Cheese Processing Unit. *JOFE: Journal of Food Engineering*. 3:173–181. doi:10.25047/jofe.v3i4.5028.
- Yudiastama, E. S., S. Handayani, and Wirawan. 2023. Perbandingan , Dan Hedonik Sediaan Teh Celup Tunggal Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Dengan Kombinasinya. *Jurnal Teknologi Pangan*. 17(2):29–41.
- Yuwanda, A., A. Budipratama Adina, and R. Farmasita Budiastuti. 2023. Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii* (Nees and T. Nees) Blume): Review tentang Botani, Penggunaan Tradisional, Kandungan Senyawa Kimia, dan Farmakologi. *Journal of Pharmacy and Halal Studies*. 1(1):17–22. doi:10.70608/3mk0s904.