



Pengaruh Lama Pengolahan dengan *Air Fryer* terhadap Mutu Organoleptik, Kadar Protein dan Kapasitas Antioksidan pada Tempe Bacem

Ni Putu Putri Kusuma Dewi¹, Badrut Tamam², I Komang Agusjaya Mataram³

^{1,2,3} Poltekkes Kemenkes Denpasar, Indonesia

Received : 5 Juni 2026, Revised : 20 Juni 2026, Published : 3 Juli 2026

Corresponding Author

Nama Penulis: Ni Putu Putri Kusuma Dewi

E-mail: putrikusumaaaa10@gmail.com

Abstrak

Tempe merupakan pangan tradisional Indonesia yang kaya protein dan senyawa antioksidan. Tempe dapat diolah menjadi tempe bacem dengan cita rasa khas yang dipengaruhi oleh proses pengolahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama pengolahan dengan air fryer terhadap mutu organoleptik, kadar protein, dan kapasitas antioksidan pada tempe bacem. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari lima perlakuan waktu pengolahan, yaitu 12 menit (P1), 15 menit (P2), 18 menit (P3), 21 menit (P4), dan 24 menit (P5) pada suhu 180°C dengan tiga kali ulangan. Uji organoleptik dilakukan oleh 30 panelis semi terlatih meliputi uji hedonik terhadap warna, rasa, aroma, tekstur, dan penerimaan keseluruhan serta uji mutu hedonik terhadap warna dan tekstur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama pengolahan memberikan pengaruh nyata terhadap mutu organoleptik dan kadar protein, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kapasitas antioksidan. Kadar protein tempe bacem berkisar antara 13,9101%bb hingga 19,8944%bb, sedangkan kapasitas antioksidan berkisar antara 836,50 mg GAE/L hingga 879,80 mg GAE/L. Perlakuan terbaik diperoleh pada P5 berdasarkan tingkat penerimaan panelis dan hasil analisis objektif. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa lama pengolahan menggunakan air fryer berpengaruh terhadap mutu organoleptik dan kadar protein, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap kapasitas antioksidan tempe bacem. Hasil penelitian ini memberikan implikasi bahwa pengolahan tempe bacem menggunakan air fryer selama 24 menit pada suhu 180°C dapat dijadikan alternatif pengolahan untuk menghasilkan produk dengan tingkat penerimaan yang baik serta mempertahankan kandungan protein dan kapasitas antioksidan, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai acuan bagi masyarakat maupun pengembangan produk pangan berbasis tempe.

Kata kunci - tempe bacem, air fryer, organoleptik, protein, antioksidan

Abstract

Tempe is a traditional Indonesian food rich in protein and antioxidant compounds. Tempe can be processed into tempe bacem with a distinctive flavor influenced by the processing method. This study aimed to determine the effect of air fryer processing time on organoleptic properties, protein content, and antioxidant capacity of tempe bacem. This study used an experimental method with a Group Random Design (RAK) consisting of five processing time treatments, namely 12 minutes (P1), 15 minutes (P2), 18 minutes (P3), 21 minutes (P4), and 24 minutes (P5) at 180°C with three replications. Organoleptic testing was conducted by 30 semi-trained panelists including hedonic tests on color, taste, aroma, texture, and overall acceptance, as well as hedonic quality tests on color and texture. The results showed that processing time had a significant effect on organoleptic properties and protein content, but had no significant effect on antioxidant capacity. Protein content ranged from 13.9101%wb

to 19.8944%wb, while antioxidant capacity ranged from 836.50 mg GAE/L to 879.80 mg GAE/L. The best treatment was obtained in P5 based on panelists' acceptance and objective analysis results. The study concluded that air fryer processing time affected organoleptic properties and protein content, but did not significantly affect the antioxidant capacity of tempe bacem. The findings of this study imply that processing tempe bacem using an air fryer for 24 minutes at 180°C can be used as an alternative cooking method to produce a product with high consumer acceptability while maintaining its protein content and antioxidant capacity. Therefore, these findings may serve as a reference for the community and for the development of tempe-based food products.

Keywords - tempe bacem, air fryer, organoleptic, protein, antioxidant

How To Cite : Dewi, N. P. P. K., Tamam, B., & Mataram, I. K. A. (2026). Pengaruh Lama Pengolahan dengan Air Fryer terhadap Mutu Organoleptik, Kadar Protein dan Kapasitas Antioksidan pada Tempe Bacem. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, 3(2), 233–242. <https://doi.org/10.59837/jpnmb.v3i2.896>

Copyright ©2026 Ni Putu Putri Kusuma Dewi, Badrut Tamam, I Komang Agusjaya Mataram

PENDAHULUAN

Tempe merupakan makanan hasil fermentasi kedelai yang berasal dari Indonesia dan dikenal memiliki nilai gizi yang tinggi (Eugenie et al., 2022). Tempe merupakan sumber protein nabati yang bermanfaat bagi kesehatan (Fertiasari et al., 2024). Selain itu, tempe mengandung berbagai senyawa bioaktif, termasuk isoflavon yang berperan sebagai antioksidan (Asbur & Khairunnisyah, 2021). Kandungan isoflavon pada tempe mencapai 205±56 mg per 100 gram sehingga tempe termasuk salah satu pangan dengan kandungan antioksidan yang relatif tinggi (Sitanggang & Dewi, 2023). Antioksidan berfungsi melindungi tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas dan proses oksidasi (Purwanto et al., 2022).

Salah satu bentuk olahan tempe yang populer di masyarakat adalah tempe bacem. Tempe bacem merupakan tempe yang dimasak menggunakan campuran bumbu dan gula sehingga menghasilkan cita rasa manis yang khas (Astawan et al., 2015). Sebelum dikonsumsi, tempe bacem umumnya mengalami proses pemanasan lanjutan. Proses pemanasan merupakan salah satu tahapan pengolahan pangan yang dapat memengaruhi kandungan gizi, termasuk kadar protein dan kapasitas antioksidan (Sundari et al., 2015).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemanasan dapat memberikan pengaruh terhadap kandungan protein dan kapasitas antioksidan bahan pangan. (Sundari et al., 2015) melaporkan bahwa proses pemasakan dapat menyebabkan penurunan kandungan protein pada tempe. Sebaliknya, (Ahmad et al., 2022) menunjukkan bahwa perlakuan pemanasan tertentu dapat meningkatkan kadar protein terukur pada produk tempe. (Khusnayaini et al., 2018) menyatakan bahwa pemanasan pada suhu dan waktu tertentu dapat menurunkan kapasitas antioksidan akibat degradasi senyawa fenolik. Namun, pada kondisi tertentu pemanasan juga dapat meningkatkan kapasitas antioksidan hingga mencapai titik optimal sebelum mengalami penurunan akibat pemanasan yang terlalu lama.

Sebagian besar penelitian mengenai pengolahan tempe masih menggunakan metode penggorengan konvensional. Air fryer merupakan alat memasak modern yang memanfaatkan sirkulasi udara panas untuk mematangkan makanan secara merata (Nurmeidiansyah et al., 2024). Metode ini menghasilkan makanan dengan kadar lemak yang lebih rendah dibandingkan metode deep frying (Habibi & Utami, 2022). Penelitian (Riptianingsih et al., 2023) menunjukkan bahwa variasi durasi pemasakan menggunakan air fryer berpengaruh signifikan terhadap kadar protein pada produk pangan berbasis protein. Namun, penelitian mengenai pengaruh lama pengolahan menggunakan air fryer terhadap mutu organoleptik, kadar protein, dan kapasitas antioksidan pada tempe bacem masih terbatas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama pengolahan menggunakan air fryer terhadap mutu organoleptik, kadar protein, dan kapasitas

antioksidan pada tempe bacem serta menentukan perlakuan terbaik yang menghasilkan karakteristik produk terbaik.

TINJAUAN PUSTAKA

Tempe merupakan pangan tradisional Indonesia yang dibuat melalui proses fermentasi kedelai menggunakan kapang *Rhizopus oryzae* atau *Rhizopus oligosporus* (BSN, 2012). Tempe telah dikonsumsi masyarakat Jawa sejak abad ke-17 dan menjadi salah satu pangan fermentasi yang khas di Indonesia (Tamam, 2022). Proses fermentasi menyebabkan senyawa kompleks dalam kedelai diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna oleh tubuh (Ellent et al., 2022). Selain sebagai sumber protein nabati, tempe juga mengandung berbagai zat gizi dan senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan (BSN, 2012).

Tempe bacem merupakan salah satu produk olahan tempe yang berasal dari Jawa Tengah. Proses pembuatannya dilakukan dengan merebus tempe menggunakan campuran gula merah, kecap, dan rempah-rempah hingga bumbu meresap ke dalam tempe (Al Hanif, 2024). Pengolahan tersebut menghasilkan cita rasa manis gurih yang khas sehingga tempe bacem banyak disukai masyarakat.

Air fryer merupakan perangkat elektronik yang memanfaatkan sirkulasi udara panas untuk memasak makanan (Burrochman et al., 2015). Pengolahan menggunakan air fryer membutuhkan sedikit minyak atau bahkan tanpa minyak sehingga dapat menghasilkan produk dengan kandungan lemak yang lebih rendah dibandingkan penggorengan konvensional (Kurniawan, 2022). Lama pengolahan menggunakan air fryer dapat memengaruhi karakteristik sensori maupun kandungan zat gizi suatu bahan pangan (Naura, 2023).

Protein merupakan makromolekul yang tersusun atas asam amino dan memiliki berbagai fungsi penting dalam tubuh (Ischak et al., 2017). Protein berperan dalam pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh, pembentukan antibodi, sintesis hormon dan enzim, serta pengangkutan zat gizi (Almatsier, 2009). Selama proses fermentasi tempe terjadi peningkatan kandungan protein larut dan berbagai komponen bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan (Tamam et al., 2019). Kandungan protein suatu bahan pangan dapat mengalami perubahan akibat proses pengolahan yang melibatkan suhu dan lama pemanasan.

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menetralkan radikal bebas sehingga dapat melindungi sel tubuh dari kerusakan oksidatif (Kesuma, 2015). Tempe mengandung berbagai senyawa antioksidan yang berpotensi memberikan manfaat bagi kesehatan (Antarini et al., 2022). Kapasitas antioksidan menggambarkan kemampuan suatu bahan dalam menangkal radikal bebas dan umumnya diukur menggunakan metode spektrofotometri (Yoga, 2015). Kapasitas antioksidan dapat dipengaruhi oleh proses pengolahan, termasuk lama pemanasan yang diterapkan pada bahan pangan (Palupi & Widyanto, 2020).

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas lima perlakuan lama pengolahan tempe bacem menggunakan air fryer pada suhu 180°C. Perlakuan yang diberikan meliputi pengolahan selama 12 menit (P1), 15 menit (P2), 18 menit (P3), 21 menit (P4), dan 24 menit (P5). Masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan sehingga diperoleh 15 unit percobaan.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2025 hingga Maret 2026. Uji organoleptik dilakukan di Laboratorium Organoleptik Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Denpasar, sedangkan analisis kadar protein dan kapasitas antioksidan dilakukan di Laboratorium Analisis Pangan Fakultas Pertanian Universitas Udayana.

Sampel penelitian berupa tempe bacem yang dibuat dari tempe kedelai segar dengan formulasi dan proses pembuatan yang sama untuk seluruh perlakuan. Setelah proses pembaceman, tempe

dipotong dengan ukuran seragam kemudian diolah menggunakan air fryer sesuai lama pengolahan yang telah ditentukan. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara purposive dengan mempertimbangkan keseragaman bahan dan perlakuan.

Data yang dikumpulkan meliputi data subjektif dan data objektif. Data subjektif diperoleh melalui uji organoleptik menggunakan 30 panelis agak terlatih yang menilai warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan menggunakan uji hedonik serta mutu hedonik. Data objektif meliputi analisis kadar protein menggunakan metode Kjeldahl dan pengukuran kapasitas antioksidan menggunakan metode spektrofotometri.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah lama pengolahan tempe bacem menggunakan *air fryer* pada suhu 180°C, sedangkan variabel terikat meliputi mutu organoleptik, kadar protein, dan kapasitas antioksidan. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Apabila terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan. Data organoleptik disajikan dalam bentuk nilai rata-rata dan dianalisis sesuai metode statistik yang digunakan.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian meliputi analisis subjektif dan analisis objektif. Analisis subjektif berdasarkan uji hedonik dan mutu hedonik menunjukkan adanya perbedaan tingkat penerimaan panelis terhadap karakteristik sensori tempe bacem yang diolah menggunakan air fryer dengan lama pengolahan yang berbeda. Analisis objektif menunjukkan adanya variasi kadar protein dan kapasitas antioksidan pada setiap perlakuan. Rata-rata hasil uji hedonik dan mutu hedonik disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2, sedangkan rata-rata kadar protein dan kapasitas antioksidan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1.
Nilai Rata-rata Uji Hedonik Terhadap Tempe Bacem

Perlakuan	Nilai Rata-Rata Uji Hedonik Tempe bacem				
	Warna	Rasa	Aroma	Tekstur	Penerimaan Keseluruhan
P1	3,24d	3,46b	3,27c	3,79a	2,91b
P2	3,39cd	3,50b	3,40bc	3,66ab	3,19b
P3	3,53bc	3,62ab	3,62bc	3,50ab	3,39b
P4	3,71b	3,89ab	3,86ab	3,43ab	3,53ab
P5	4,16a	4,09a	4,11a	3,34b	3,72a

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji BNT untuk taraf 5% ($P < 0,05$)

Tabel 2.
Nilai Rata-rata Uji Mutu Hedonik Terhadap Tempe Bacem

Perlakuan	Nilai Rata – Rata Uji Mutu Hedonik	
	Tekstur	Warna
P1	2,30a	1,92d
P2	2,21ab	2,13cd
P3	2,04bc	2,34bc
P4	1,99bc	2,41b
P5	1,81c	2,77a

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji BNT untuk taraf 5% ($P < 0,05$)

Tabel 3.
Nilai Rata-rata Analisis Mutu Obyektif Tempe Bacem

Perlakuan	Nilai Rata – Rata Analisa Objektif Terhadap Tempe Bacem	
	Protein (%bb)	Antioksidan (mg/GAE/L)
P1	14.1137d	836.50a
P2	17.8921c	854.75a
P3	13.9101d	859.69a
P4	18.5661b	879.80a
P5	19.8944a	870.64a

Keterangan : Huruf yang berbeda di belakang rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji BNT untuk taraf 5% ($P < 0,05$)

Warna

Hasil uji hedonik terhadap warna tempe bacem menunjukkan nilai rata-rata berkisar antara 3,24–4,16. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P5 sebesar 4,16 (suka), sedangkan nilai terendah diperoleh pada P1 sebesar 3,24 (netral). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pengolahan menggunakan air fryer berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan warna tempe bacem ($P < 0,05$).

Secara umum, terdapat kecenderungan peningkatan tingkat kesukaan warna seiring bertambahnya intensitas perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa lama pemanasan berpengaruh terhadap perubahan visual produk, terutama intensitas warna coklat yang terbentuk. Peningkatan kesukaan warna diduga disebabkan oleh reaksi Maillard yang terjadi selama pemanasan. Reaksi ini merupakan reaksi antara gula reduksi dan asam amino yang menghasilkan senyawa melanoidin berwarna coklat. Semakin lama proses pemanasan, semakin banyak reaksi yang terjadi sehingga warna menjadi lebih gelap dan lebih menarik secara visual (Kanya et al., 2023).

Selain itu, pemanasan menggunakan air fryer dengan sirkulasi udara panas menyebabkan permukaan bahan mengalami dehidrasi lebih cepat sehingga mempercepat reaksi pencoklatan. Hal ini mendukung hasil penelitian (Hidayati et al., 2025) yang menyatakan bahwa penggunaan air fryer dapat meningkatkan intensitas warna produk pangan. (Ahmad et al., 2022) juga melaporkan bahwa peningkatan suhu dan waktu pemanasan menghasilkan warna coklat yang lebih kuat dan cenderung meningkatkan tingkat kesukaan panelis.

Rasa

Nilai rata-rata kesukaan panelis terhadap rasa tempe bacem berkisar antara 3,46–4,09. Nilai tertinggi diperoleh pada P5 sebesar 4,09, sedangkan nilai terendah diperoleh pada P1 sebesar 3,46. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap rasa tempe bacem ($P < 0,05$).

Terdapat peningkatan tingkat kesukaan rasa seiring meningkatnya perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemanasan berperan dalam pembentukan dan penguatan cita rasa khas tempe bacem. Peningkatan kesukaan rasa diduga terjadi karena pemanasan dengan air fryer mampu meningkatkan penetrasi bumbu ke dalam bahan. Selain itu, proses pemanasan menyebabkan terjadinya reaksi kimia antara gula dan komponen protein yang menghasilkan rasa gurih dan sedikit karamelisasi, sehingga memperkaya cita rasa produk.

Proses ini juga menyebabkan air dalam bahan berkurang sehingga konsentrasi bumbu menjadi

lebih kuat. Hal ini sesuai dengan (Rizal & Kustyawati, 2019) yang menyatakan bahwa metode pengolahan berpengaruh terhadap karakteristik rasa produk berbasis tempe, terutama dalam memperkuat cita rasa akibat perubahan fisik dan kimia bahan selama pemanasan.

Aroma

Nilai rata-rata kesukaan panelis terhadap aroma tempe bacem berkisar antara 3,27–4,11. Nilai tertinggi diperoleh pada P5 sebesar 4,11, sedangkan nilai terendah diperoleh pada P1 sebesar 3,27. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap aroma tempe bacem ($P < 0,05$).

Peningkatan aroma menunjukkan bahwa pemanasan berkontribusi terhadap pembentukan senyawa volatil yang memberikan aroma khas tempe bacem. Semakin tinggi intensitas perlakuan, aroma yang dihasilkan semakin kuat dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh volatilisasi senyawa aromatik dari rempah-rempah seperti gula merah, bawang, dan daun salam yang digunakan dalam proses bacem. Selain itu, pemanasan juga dapat memicu reaksi degradasi lipid dan protein yang menghasilkan senyawa aroma baru yang memperkaya karakteristik sensori produk.

Hasil ini sejalan dengan (Tambunan et al., 2025) yang menyatakan bahwa metode dan lama pemanasan berpengaruh signifikan terhadap pembentukan aroma produk pangan. (Gunawan et al., 2018) juga menyebutkan bahwa pemanasan dapat meningkatkan intensitas aroma melalui pembentukan senyawa volatil baru.

Tekstur

Nilai rata-rata kesukaan panelis terhadap tekstur tempe bacem berkisar antara 3,34–3,79. Nilai tertinggi diperoleh pada P1 sebesar 3,79, sedangkan nilai terendah diperoleh pada P5 sebesar 3,34. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap tekstur tempe bacem ($P < 0,05$).

Terdapat kecenderungan penurunan tingkat kesukaan tekstur seiring meningkatnya lama pemanasan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh terhadap perubahan struktur fisik tempe bacem. Penurunan kesukaan tekstur diduga disebabkan oleh berkurangnya kadar air akibat proses dehidrasi selama pemanasan dengan air fryer. Penurunan kadar air menyebabkan struktur bahan menjadi lebih padat dan keras, sehingga mengurangi tingkat kelembutan yang disukai panelis.

Selain itu, pemanasan yang lebih lama dapat menyebabkan denaturasi protein yang lebih lanjut sehingga struktur jaringan menjadi lebih kompak. Hal ini sejalan dengan (Cahyono & Yuwono, 2015) yang menyatakan bahwa lama pemanasan memengaruhi tekstur bahan pangan melalui perubahan kadar air dan struktur jaringan bahan.

Penerimaan Keseluruhan

Nilai rata-rata penerimaan keseluruhan tempe bacem berkisar antara 2,91–3,72. Nilai tertinggi diperoleh pada P5 sebesar 3,72, sedangkan nilai terendah diperoleh pada P1 sebesar 2,91. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap penerimaan keseluruhan tempe bacem ($P < 0,05$).

Peningkatan penerimaan keseluruhan menunjukkan bahwa kombinasi atribut sensori seperti warna, rasa, dan aroma pada perlakuan tertentu lebih sesuai dengan preferensi panelis. P5 menjadi perlakuan dengan penerimaan tertinggi karena memiliki warna coklat yang lebih menarik, rasa yang lebih kuat, dan aroma yang lebih khas. Meskipun tekstur sedikit menurun, namun secara keseluruhan kombinasi atribut sensori tetap memberikan tingkat kesukaan yang lebih tinggi.

Hal ini sejalan dengan (Sistanto et al., 2014) yang menyatakan bahwa penerimaan produk sangat dipengaruhi oleh kombinasi seluruh atribut sensori, bukan hanya satu parameter tunggal.

Mutu Tekstur

Hasil uji mutu hedonik menunjukkan bahwa nilai rata-rata mutu tekstur tempe bacem berkisar antara 1,81–2,30. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 sebesar 2,30 (empuk), sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan P5 sebesar 1,81 (agak empuk). Nilai rata-rata yang cenderung menurun dari P1 hingga P5 menunjukkan bahwa semakin lama pengolahan menggunakan air fryer, tekstur tempe bacem cenderung menjadi kurang empuk.

Perubahan tekstur ini diduga disebabkan oleh pemanasan yang lebih lama sehingga memengaruhi karakteristik fisik produk dan mengurangi tingkat keempukannya. Berdasarkan penilaian panelis, perlakuan P1 menghasilkan tekstur yang paling sesuai dengan karakteristik tempe bacem yang diharapkan, sedangkan perlakuan dengan waktu pengolahan lebih lama memperoleh skor yang lebih rendah. Meskipun demikian, seluruh perlakuan masih berada pada kategori agak empuk hingga empuk sehingga masih dapat diterima oleh panelis. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa lama pengolahan menggunakan air fryer berpengaruh nyata terhadap mutu tekstur tempe bacem ($p<0,05$).

Mutu Warna

Hasil uji mutu hedonik menunjukkan bahwa nilai rata-rata mutu warna tempe bacem berkisar antara 1,92–2,77. Nilai terendah diperoleh pada perlakuan P1 sebesar 1,92 (coklat kekuningan), sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P5 sebesar 2,77 (coklat). Nilai rata-rata yang cenderung meningkat dari P1 hingga P5 menunjukkan bahwa semakin lama pengolahan menggunakan air fryer, warna tempe bacem yang dihasilkan semakin coklat.

Peningkatan skor mutu warna pada setiap perlakuan menunjukkan bahwa lama pengolahan memberikan pengaruh terhadap penampilan visual produk. Warna merupakan salah satu atribut mutu yang pertama kali diamati oleh konsumen dan dapat memengaruhi penerimaan terhadap suatu produk pangan. Berdasarkan penilaian panelis, warna tempe bacem pada perlakuan dengan waktu pengolahan lebih lama dinilai lebih baik dan lebih sesuai dengan karakteristik tempe bacem yang diharapkan. Sebaliknya, perlakuan dengan waktu pengolahan yang lebih singkat menghasilkan warna yang cenderung lebih terang sehingga memperoleh skor mutu yang lebih rendah.

Semakin lama proses pengolahan berlangsung, warna tempe bacem berubah dari coklat kekuningan menjadi coklat yang lebih pekat. Perubahan warna tersebut menyebabkan tampilan produk menjadi lebih menarik menurut panelis, sehingga nilai mutu warna meningkat pada perlakuan dengan waktu pengolahan yang lebih lama. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa lama pengolahan menggunakan air fryer berpengaruh nyata terhadap mutu warna tempe bacem ($p<0,05$), yang menunjukkan bahwa perbedaan lama pengolahan menghasilkan perbedaan mutu warna yang dapat diamati oleh panelis.

Kadar Protein

Kadar protein tempe bacem berkisar antara 13,9101% bb hingga 19,8944% bb. Nilai tertinggi diperoleh pada P5 sebesar 19,8944% bb, sedangkan nilai terendah diperoleh pada P3 sebesar 13,9101% bb. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap kadar protein ($P<0,05$).

Peningkatan kadar protein yang terukur lebih disebabkan oleh efek konsentrasi akibat penurunan kadar air selama pemanasan. Semakin lama pemanasan, kadar air semakin berkurang sehingga persentase protein meningkat secara relatif.

Selain itu, pemanasan juga dapat menyebabkan perubahan struktur protein (denaturasi) yang membuat protein lebih mudah terekstraksi dan terukur dalam analisis laboratorium. Hal ini sejalan dengan (Wulandari et al., 2025) serta (Anggraeni & Ganesy, 2024) yang menyatakan bahwa metode dan lama pemanasan dapat memengaruhi kadar protein bahan pangan berbasis kedelai.

Kapasitas Antioksidan

Kapasitas antioksidan tempe bacem berkisar antara 836,50–879,80 mg GAE/L. Nilai tertinggi diperoleh pada P4 sebesar 879,80 mg GAE/L, sedangkan nilai terendah diperoleh pada P1 sebesar 836,50 mg GAE/L. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pengolahan menggunakan air fryer tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kapasitas antioksidan tempe bacem ($P>0,05$).

Meskipun terdapat kecenderungan peningkatan pada beberapa perlakuan awal, secara statistik perbedaan tersebut tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa variasi lama pemanasan belum cukup kuat untuk mengubah kapasitas antioksidan secara nyata. Peningkatan awal diduga terjadi karena pelepasan senyawa fenolik dan isoflavon dari matriks tempe selama pemanasan. Namun, pada perlakuan dengan pemanasan lebih lama terjadi degradasi senyawa bioaktif akibat paparan panas, sehingga nilai antioksidan cenderung menurun kembali.

Tempe mengandung senyawa bioaktif seperti isoflavon, flavonoid, dan fenolik yang berperan sebagai antioksidan alami (Annadira et al., 2021). Namun, senyawa tersebut bersifat sensitif terhadap panas sehingga dapat mengalami kerusakan selama proses pengolahan (Dhurhania & Istantini, 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, lama pengolahan menggunakan air fryer berpengaruh terhadap mutu organoleptik, kadar protein, dan kapasitas antioksidan tempe bacem. Hasil uji hedonik dan mutu hedonik menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap warna berkisar antara 3,24–4,16, rasa 3,46–4,09, aroma 3,27–4,11, tekstur 3,34–3,79, dan penerimaan keseluruhan 2,91–3,72. Sementara itu, mutu warna berkisar antara 1,92–2,77 dan mutu tekstur antara 1,81–2,30.

Hasil analisis kadar protein menunjukkan nilai berkisar antara 13,9101% bb hingga 19,8944% bb, dengan kadar protein terendah diperoleh pada perlakuan P3 (18 menit) dan tertinggi pada perlakuan P5 (24 menit). Kapasitas antioksidan tempe bacem berkisar antara 836,50 mg GAE/L hingga 879,80 mg GAE/L, dengan nilai terendah pada perlakuan P1 (12 menit) dan tertinggi pada perlakuan P4 (21 menit).

Berdasarkan keseluruhan parameter yang diamati, perlakuan terbaik diperoleh pada P5 (24 menit) karena menghasilkan tingkat kesukaan tertinggi terhadap warna, rasa, aroma, dan penerimaan keseluruhan, serta memiliki kadar protein sebesar 19,8944% bb dan kapasitas antioksidan sebesar 870,64 mg GAE/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S. R., Moulia, M. N., & Varton, S. L. (2022). Pengaruh Suhu Dan Lama Waktu Penggorengan Keripik Tempe Terhadap Mutu Dan Penerimaan Konsumen. *Pro Food*, 8(2), 73–82.
- Al Hanif, B. H. (2024). *Analisis pengendalian kualitas tempe bacem di UMKM rumah tempe Indonesia, Cilendek, Kota Bogor*. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/78172>
- Almatsier, S. (2009). *Prinsip dasar ilmu gizi*. PT Gramedia Pustaka utama.
- Anggraeni, N., & Ganesy, D. (2024). Analisis Kadar Protein Kedelai Metode Perebusan Dan Pengukusan Dalam Pengolahan Keripik Tempe. *SEHAT : Jurnal Kesehatan Terpadu*, 3(1), 120–125.
- Annadira, S., Martino, Y. A., & Damayanti, D. S. (2021). *Potensi Antioksidan dan Kadar Total Fenol Tempe Kacang Merah H (Phaseolus vulgaris L.), Kacang Tanah H (Arachis hypogaeae L.) dan Kacang Kedelai (Glycine max)*. 1–9.
- Antarini, A. A. N., Agustini, N. P., & Mataram, I. K. A. (2022). *The Effect of Using Various Tea Types on the Characteristics of Wong Tea Balinese Traditional Beverage*. 8(2), 36–48.
- Asbur, Y., & Khairunnisyah. (2021). Tempe Sebagai Sumber Antioksidan : Sebuah Telaah Pustaka Tempe as a Source Of Antioxidants : A Review. *Agriland Jurnal Ilmu Pertanian*, 9(3), 183–192.

- Astawan, M., Nurwitri, C. C., & Rochim, D. A. (2015). *Kombinasi Kemasan Vakum dan Penyimpanan Dingin untuk Memperpanjang Umur Simpan Tempe Bacem (Combination of Vacuum Packaging and Cold Storage to Prolong the Shelf Life of Tempe Bacem)*. 125–134.
- BSN. (2012). Tempe. *Legume-Based Fermented Foods*, 95–40. <https://doi.org/10.1201/9781351074001-6>
- Burrochman, M., Kurniawati, I., Bagus, R., & Astomo, W. (2015). Air Fryer Otomatis Berbasis Kendali Digital. *Seminar Nasional Fortei Regional*, 7(5), 7–11.
- Cahyono, M. A., & Yuwono, S. S. (2015). Pengaruh Proporsi Santan Dan Lama Pemanasan Terhadap Sifat Fisiko Kimia Dan Organoleptik Bumbu Gado-Gado Instan. 3(3), 1095–1106.
- Dhurhanian, C. E., & Istantini, E. (2020). Analisis Kadar Flavonoid Total Tempe Kedelai Secara Spektrofotometri Visibel. 72–88.
- Ellent, S. S. C., Dewi, L., & Tapilouw, M. C. (2022). Karakteristik Mutu Tempe Kedelai (*Glycine max* L.) yang Dikemas dengan Klobot. *Agritrkno: Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(1), 32–40. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2022.11.1.32>
- Eugenie Ully Padah, P., & Dewi, L. (2022). Peningkatan Aktivitas Antioksidan Pada Tempe Kedelai dengan Penambahan Serbuk Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Biologi Indonesia*, 18(2), 169–176. <https://doi.org/10.47349/jbi/18022022/169>
- Fertiasari, R., Jailani, J., Sindi, S., Valoma, V., Nandasari, N., Rani, R., & Febriani, W. (2024). Uji Protein Pada Produk Tempe Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Journal of Food Security and Agroindustry*, 2(1), 27–32. <https://doi.org/10.58184/jfsa.v2i1.286>
- Gunawan, R., Susanto, W. H., & Wijayanti, N. (2018). Pengaruh Lama Pemanasan Dan Konsentrasi Maizena Terhadap Karakteristik Fisika, Kimia, Dan Organoleptik Lempok Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.). 6(1), 1–11.
- Habibi, A. N., & Utami, T. C. (2022). Pengolahan Pangan Menggunakan teknik air frying: Studi Pustaka [Food Processing with Air Frying Technique: a Review]. *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 7(4), 5308–5319.
- Hidayati, N. A., Setyaningrum, S., Riptianingsih, F. D., Peternakan, P. S., Pertanian, F., Tidar, U., Magelang, K., & Tengah, J. (2025). Pengaruh Pemasakan Menggunakan Air Fryer dengan Temperatur Berbeda Terhadap Kualitas Fisik Daging Ayam Afkir. 3, 399–405. <https://doi.org/10.56625/jipho.v7i3.300>
- Ischak, N. I., Salimi, Y. K., & Deasy N, B. (2017). Biokimia Dasar. In *UNG Press* (Vol. 11, Issue 1). http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Kanya, M. R., Sari, S. R., Sari, Y., Rama, M., & Ariyadi, N. (2023). Analisis Reaksi Maillard pada Pengawet Alami Pangan Kitosan Kombinasi Asap Cair Sekam Padi dengan Konsentrasi yang Berbeda. 4(2), 20–24.
- Kesuma, Y. (2015). *Antioksidan Alami dan Sintetik*.
- Khusnayaini, A. A., Hariyadi, P., & Syamsir, E. (2018). Kinetic changes of antioxidant capacity and physical quality of tempe during heating. *International Food Research Journal*, 25(3), 1166–1173.
- Kurniawan, R. F. (2022). Kelebihan dan Kekurangan Air Fryer, Alat Goreng Tanpa Minyak. Kompas.Com. <https://www.kompas.com/tren/read/2022/03/19/153100865/kelebihan-dan-kekurangan-air-fryer-alat-goreng-tanpa-minyak?page=all>
- Naura, R. (2023). Kelebihan dan Kekurangan Air Fryer dan Oven Konvensional. Cairofood.Id. <https://cairofood.id/kelebihan-dan-kekurangan-air-fryer-oven-konvensional/#:~:text=Kelebihan dan Kekurangan Air Fryer dan Oven,Lemak dengan Lebih Sedikit Kalori · Mempertahankan>
- Palupi, N. sri, & Widyanto, R. (2020). Pengujian Kapasitas Antioksidan Wedang Tahu dalam Rangka

- Meningkatkan Mutu Fungsionalnya. *Jurnal Mutu Pangan : Indonesian Journal of Food Quality*, 7(1), 46–51. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2020.7.1.46>
- Riptianingsih, F. D., Setyaningrum, S., Hidayati, N. A., & Safitri. (2023). Analisis Kualitas Kimia Daging Itik Afkir pada Durasi Pemasakan yang Berbeda Menggunakan Metode Air Frying. 3, 342–348. <https://doi.org/10.56625/jipho.v7i3.297>
- Rizal, S., & Kustyawati, M. E. (2019). Karakteristik Organoleptik dan Kandungan Beta-Gluken Tempe Kedelai Dengan Penambahan *Sacchromyces Cerevisiae*. 20(2), 127–138.
- Safitri, Hidayati, N. A., Setyaningrum, S., & Riptianingsih, F. D. (2025). Pengaruh Pemasakan Menggunakan Air Fryer dengan Temperatur Berbeda Terhadap Kualitas Kimia Daging Ayam Afkir. 6(1), 1–9.
- Sistanto, Soetrisno, E., & Saepudin, R. (2014). Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Permen Susu (Karamel) Rasa Jahe (*Zingiber officinale Roscoe*) dan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb*). 9(2), 81–90.
- Sitanggang, N. E. P., & Dewi, L. (2023). Penambahan Serbuk Kelopak Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) untuk Meningkatkan Aktivitas Antioksidan pada Tempe Kedelai. *Jurnal Agroteknologi*, 16(02), 176. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v16i02.31068>
- Sundari, D., Almasyhuri, A., & Lamid, A. (2015). Pengaruh Proses Pemasakan Terhadap Komposisi Zat Gizi Bahan Pangan Sumber Protein. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 25(4), 235–242. <https://doi.org/10.22435/mpk.v25i4.4590.235-242>
- Tamam, B. (2022). Tempe: Pangan Lokal Unggul (Superfood) Khasanah Budaya Bangsa. *Indonesian Red Crescent Humanitarian Journal*, 1(1), 41–48. <https://doi.org/10.56744/irchum.v1i1.14>
- Tamam, B., Syah, D., Suhartono, M. T., Kusuma, W. A., Tachibana, S., & Lioe, H. N. (2019). Proteomic study of bioactive peptides from tempe. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 128(2), 241–248. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2019.01.019>
- Tambunan, J., Hardoko, H., Djamaludin, H., Alfanov, M., Panjaitan, P., Malang, K., Pemanasan, M., & Lilit, S. (2025). Pengaruh Metode Dan Variasi Waktu Pemanasan Terhadap Karakteristik Organoleptik Sate Lilit Berbasis Ikan Tuna. 9(2), 109–123.
- Wibowo, N. K., Rudyanto, M., & Purwanto, D. A. (2022). Aktivitas Antioksidan Teh Hijau dan Teh Hitam. *Camellia : Clinical, Pharmaceutical, Analytical and Pharmacy Community Journal*, 1(2), 48–55. <https://doi.org/10.30651/cam.v1i2.16722>
- Wulandari, N., Almasyah, A., & Amaro, M. (2025). Pengaruh Suhu Dan Lama Penggunaan Air Fryer Terhadap Sifat Kimia Dan Organoleptik Nugget Jamur Tiram. 3(4), 51–65.
- Yoga, I. K. W. (2015). Penentuan Konsentrasi Optimum Kurva Standar Antioksidan ; Asam Galat , Asam Askorbat dan Trolox ® terhadap Radikal Bebas DPPH (2,2-diphenyl-1- picrylhydrazyl) 0,1 mM. *Proceedings Seminar Nasional FMIPA*, 316–321.