

Analysis of the Effect of Different Types of Packaging on the Quality of Soybean Tempeh (Glycine max)

[Analisis Pengaruh Perbedaan Jenis Kemasan Terhadap Kualitas Tempe Kedelai (*Glycine max*)]

Akfi Sukma Auliyak¹⁾, Al Machfud WDP, Ir., MM.^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: almachfud1@umsida.ac.id

Abstract. *Tempeh is a traditional Indonesian food made from soybeans through fermentation by Rhizopus oligosporus, with quality influenced by chemical, physical, and organoleptic factors. One important factor that affects the quality of tempeh is the type of packaging during the fermentation and storage process. This study aims to analyze the effect of different types of packaging, namely banana leaves, PE plastic, aluminum foil, parchment paper, and teak leaves on the quality of soybean tempeh. This study was arranged using a one-factor Randomized Block Design (RBD) with six replications for each treatment. Data analysis was carried out using ANOVA and a 5% BNJ follow-up test for significantly different data, Friedman test for organoleptic data, and the De Garmo effectiveness index method to determine the best treatment. The parameters observed included protein content analyzed using the Kjeldahl method, water content, texture, and color, as well as an organoleptic test using the hedonic method involving 30 untrained panelists. The results showed that the type of packaging significantly influenced the physical properties of tempeh, especially color, texture, and water content. Tempeh packaged in banana leaves had the brightest color ($L = 76.54$), ideal texture (50.44), and balanced moisture content (52.1%). In contrast, protein content did not show a significant difference between treatments. In the organoleptic test, there was no statistically significant difference, but descriptively, panelists tended to prefer tempeh with natural packaging, especially banana leaves. Based on the De Garmo effectiveness index analysis, treatment K1 (banana leaf packaging) had the highest index value of 0.76 compared to other treatments, so it was recommended as the best packaging.*

Keywords – *Tempeh (Fermented Products); Soybeans (Glycine max); Packaging Types*

Abstrak. *Tempe merupakan pangan tradisional Indonesia yang terbuat dari kedelai melalui fermentasi oleh Rhizopus oligosporus, dengan kualitas dipengaruhi oleh faktor kimia, fisik, dan organoleptik. Salah satu faktor penting yang memengaruhi mutu tempe adalah jenis kemasan selama proses fermentasi dan penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perbedaan jenis kemasan yaitu daun pisang, plastik PE, aluminium foil, kertas roti, dan daun jati terhadap kualitas tempe kedelai. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor dengan enam kali ulangan pada setiap perlakuan. Analisis data dilakukan dengan ANOVA dan uji lanjut BNJ 5% untuk data yang berbeda nyata, uji Friedman untuk data organoleptik, serta metode indeks efektivitas De Garmo untuk menentukan perlakuan terbaik. Parameter yang diamati meliputi kadar protein yang dianalisis menggunakan metode Kjeldahl, kadar air, tekstur, dan warna, serta uji organoleptik metode hedonik yang melibatkan 30 panelis tidak terlatih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis kemasan berpengaruh signifikan terhadap sifat fisik tempe, khususnya warna, tekstur, dan kadar air. Tempe kemasan daun pisang memiliki warna paling cerah ($L = 76,54$), tekstur ideal (50,44), dan kadar air seimbang (52,1%). Sebaliknya, kadar protein tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antarperlakuan. Pada uji organoleptik, secara statistik tidak terdapat perbedaan nyata, namun secara deskriptif panelis cenderung lebih menyukai tempe dengan kemasan alami, terutama daun pisang. Berdasarkan analisis indeks efektivitas De Garmo, perlakuan K1 (kemasan daun pisang) memiliki nilai indeks tertinggi sebesar 0,76 dibandingkan perlakuan lainnya, sehingga direkomendasikan sebagai kemasan terbaik.*

Kata Kunci – *Tempe (Produk Fermentasi); Kedelai (Glycine max); Jenis Kemasan*

I. PENDAHULUAN

Tempe adalah makanan tradisional Indonesia berbahan dasar dari biji kacang kedelai melalui proses fermentasi dengan ragi tempe (*Rhizopus oligosporus*) [1] [2]. Tempe mengandung protein 20,8 gram, karbohidrat 13,5 gram, lemak 8,8 gram, kalsium 155mg. Tempe yang berkualitas biasanya berbentuk padat, berwarna putih, dan mempunyai aroma khas yang khas [3]. Untuk membuat tempe dengan sifat-sifat tertentu, proses pembuatannya harus dilakukan dengan tepat supaya kapang tumbuh dan berkembang biak dengan cara menurunkan pH pada bahan kedelai. Tetapi, kualitas produk tempe kedelai sangat dipengaruhi oleh jenis kemasan yang digunakan selama proses fermentasi dan penyimpanan [4] [5].

Kemasan merupakan wadah yang berfungsi untuk membungkus dan melindungi tempe dari pengaruh faktor eksternal yang dapat memengaruhi kualitas [6] dan keamanannya, seperti udara, kelembapan, kotoran, dan mikroorganisme [7]. Tujuan kemasan untuk mempertahankan kesegaran serta memiliki peranan penting dalam menjaga efektivitas produk pangan, baik dari segi fisik, kimia, maupun organoleptik [8]. Jenis bahan kemasan yang berbeda dapat memengaruhi pertukaran udara, kelembapan, dan suhu selama fermentasi tempe yang pada akhirnya berdampak pada laju pertumbuhan mikroorganisme dan reaksi biokimia dalam produk [9]. Oleh karena itu, pemilihan bahan kemasan yang tepat menjadi faktor krusial dalam menjaga kestabilan efektivitas tempe selama masa simpan.

Di masyarakat, tempe umumnya dikemas menggunakan daun pisang sebagai metode tradisional, namun seiring perkembangan teknologi [10], bahan-bahan lain seperti plastik PE (*Polyethylene*), kertas roti, aluminium foil, dan daun jati mulai digunakan [11] [2]. Penelitian dari Harahap dkk. membuktikan bahwa bungkus daun pisang dan plastik memiliki profil senyawa perisa yang berbeda, seperti ester dan terpenoid yang berdampak pada aroma tempe [12]. Masing-masing jenis kemasan ini memiliki karakteristik yang berbeda dalam melindungi dan memengaruhi produk. Belum banyak penelitian komprehensif yang membandingkan secara langsung pengaruh kelima jenis kemasan tersebut terhadap efektivitas tempe secara menyeluruh, khususnya melalui pendekatan fisikokimia dan organoleptik.

Pemilihan lima jenis kemasan dalam penelitian ini, yaitu daun pisang, plastik PE (*Polyethylene*), kertas roti, aluminium foil, dan daun jati, didasarkan pada kombinasi pertimbangan praktik umum di masyarakat serta temuan penelitian terdahulu. Daun pisang dipilih karena merupakan kemasan tradisional yang umum digunakan, dengan penelitian Q. Ayun et al. (2022) dan Harahap et al. (2018) menunjukkan kemasan ini memberikan aroma khas dan profil senyawa volatil berbeda dibanding plastik. Plastik PE digunakan sebagai representasi kemasan modern yang bersifat kedap udara dan umum diaplikasikan oleh produsen tempe, sebagaimana dilaporkan dalam penelitian Laksono et al. (2019) dan Rosidah et al. (2023) yang membandingkannya dengan kemasan daun pisang. Sementara itu, kertas roti dipilih sebagai bahan alternatif berbasis selulosa yang masih memungkinkan terjadinya pertukaran udara dalam batas tertentu, meskipun penggunaannya sebagai kemasan tempe masih relatif jarang dikaji. Aluminium foil dipertimbangkan karena kemampuannya menghambat masuknya udara dan cahaya, sehingga secara teoritis dapat menekan proses oksidasi dan memperlambat penurunan mutu produk, sejalan dengan prinsip dasar pengemasan pangan. Sementara itu, daun jati digunakan di beberapa daerah sebagai pembungkus alami dengan karakteristik fisik dan aroma khas, sehingga menarik untuk dibandingkan dengan daun pisang. Kelima kemasan ini mewakili variasi bahan tradisional hingga modern dengan sifat fisik dan interaksi udara yang berbeda, yang diharapkan menghasilkan mutu tempe yang bervariasi dan memberikan rekomendasi kemasan terbaik.

Adanya penelitian saya untuk mengetahui pengaruh jenis kemasan yang berbeda terhadap kualitas tempe. Penelitian ini menggunakan beberapa metode uji, seperti uji fisikokimia yang mencakup kadar air, kadar protein, tekstur, dan warna, serta uji sensoris yang dilakukan oleh 30 panelis. Di harapkan hasil penelitian ini dapat memberikan rekomendasi jenis kemasan yang paling baik, yang mampu menjaga kualitas tempe secara optimal, baik untuk digunakan dalam kebutuhan rumah tangga maupun dalam produksi skala besar.

Rumusan Masalah :

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana perbedaan jenis kemasan memengaruhi kualitas tempe kedelai yang dihasilkan.

Tujuan :

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jenis kemasan terhadap kualitas tempe kedelai.

Manfaat :

1. Akademis: Memberikan tambahan referensi ilmiah mengenai peran kemasan dalam menjaga mutu dan efektivitas tempe kedelai.
2. Praktis: Menjadi sumber informasi bagi produsen dalam menentukan jenis kemasan yang paling tepat untuk mempertahankan kualitas tempe.
3. Sosial-Ekonomi: Berkontribusi dalam upaya memperpanjang masa simpan tempe, sehingga dapat mengurangi kerugian akibat penurunan mutu produk.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada periode Agustus hingga Desember 2025. Kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Pengembangan Produk, Laboratorium Analisis Pangan, serta Laboratorium Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

B. Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi baskom plastik, panci stainless steel, kompor gas, saringan, tampah, spatula, dan timbangan digital untuk proses produksi tempe. Proses fermentasi dilakukan dalam inkubator mini atau ruang tertutup bersuhu stabil. Untuk pengemasan, digunakan lima jenis kemasan berbeda yaitu daun pisang, plastik PE (*Polyethylene*), aluminium foil, kertas roti, dan daun jati. Alat uji efektivitas meliputi Oven MAMERTA UN 55, Timbangan Digital OHAUS, Tanur Termo, Desikator, Gelas Arloji, Krus, Cawan, Penjepit Cawan, Klem, Set Alat Destilat, Destruktor, Buret, *Erlenmeyer Pyrex*, Pipet Ukur, Pipet Tetes, Bola Hisap, Statif, Lemari Asam, Beaker Glass, *Kjedahl* Tube, serta *Food Texture Analyzer* IMADA untuk pengukuran tekstur tempe, dan *Colour Reader* CS-10 untuk pengukuran warna tempe. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kedelai beli di pembuat tempe daerah spande sebagai bahan utama, ragi tempe (*Rhizopus oligosporus*) sebagai starter fermentasi, serta aquades untuk keperluan analisis laboratorium. Bahan uji yang digunakan yaitu tablet *kjedahl*, indikator pp, dan NaOH.

C. Rancangan Percobaan

Menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor yakni perbedaan jenis kemasan, sebagai berikut:

1. K1 = Daun pisang
2. K2 = Plastik PE (*Polyethylene*)
3. K3 = Kertas roti
4. K4 = Aluminium foil
5. K5 = Daun jati

Dilakukan pengulangan sebanyak 6 kali setiap perlakuan sehingga didapatkan total 30 unit percobaan.

D. Variable Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu :

1. Uji Kimia
 - Kadar air menggunakan oven kering [13]
 - Kadar protein metode *kjeldahl* [14]
2. Uji Fisik
 - Profil warna metode *colour reader* [15]
 - Tekstur metode *teksture profile analysis* [16]
3. Uji Organoleptik
 - yaitu: warna, tekstur, rasa, dan aroma [17]
4. Uji Perlakuan Terbaik menggunakan metode *de Garmo* [18]

E. Analisa Data

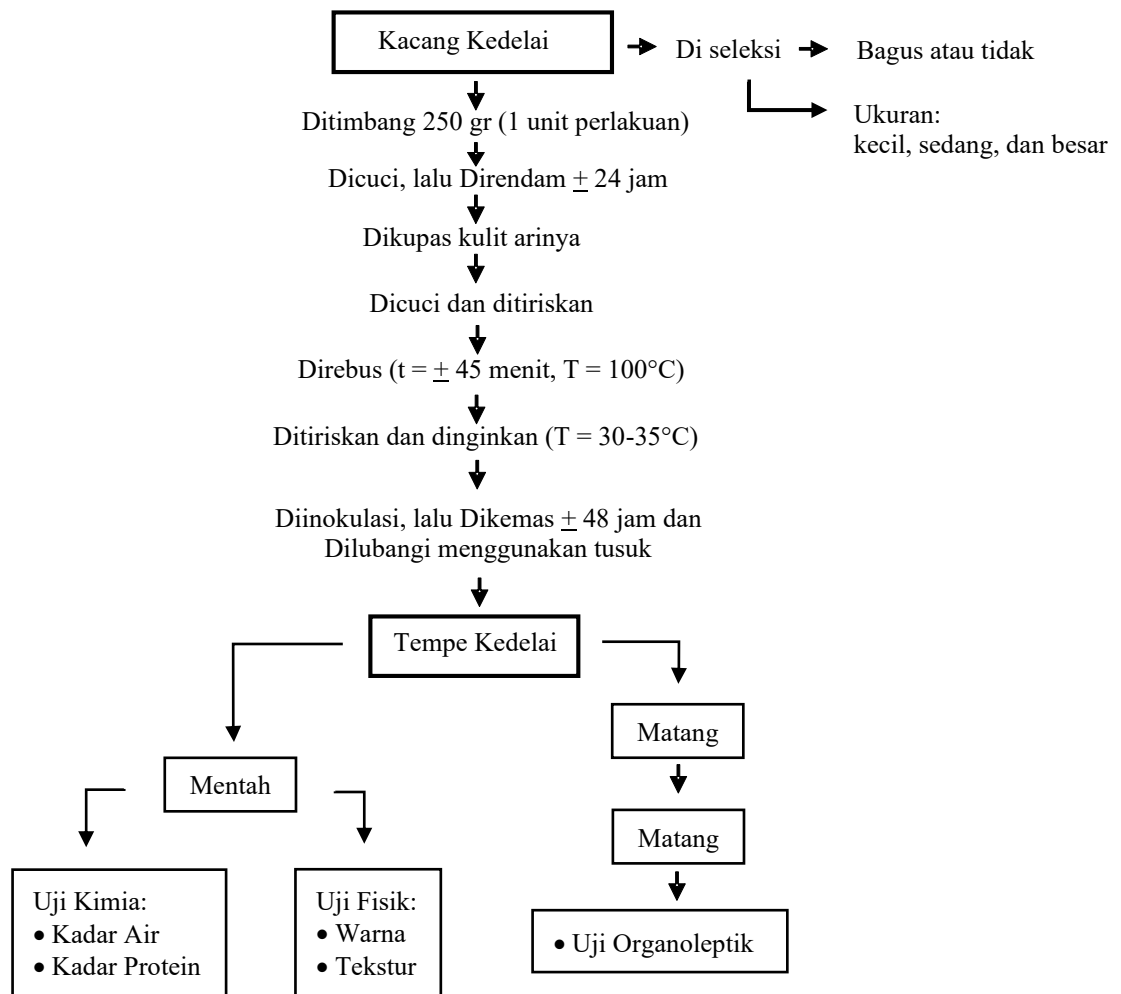
Data dianalisis dengan *analysis of variant* (ANOVA), apabila terdapat perbedaan yang signifikan maka dilakukan uji lanjut dengan BNJ 5%. Data organoleptik dianalisis dengan uji friedman. Perlakuan terbaik ditentukan dengan metode indeks efektivitas *de Garmo*.

F. Prosedur Penelitian

1. Seleksi bahan
 - Pilih kacang kedelai yang utuh, tidak cacat, bebas jamur dan kotoran.
 - Kelompokkan menurut ukuran (kecil/średang/besar) bila perlu.
 - Buang kedelai yang rusak atau berbau tidak normal.
2. Penimbangan
 - Timbang kedelai sesuai kebutuhan kemasan.
 - Contoh: 1 kemasan = 250 g kedelai.
3. Pencucian
 - Cuci kedelai dengan air bersih (air minum / aquadest untuk laboratorium; untuk produksi rumah tangga gunakan air layak minum).

- Aduk dan buang kotoran serta batu kecil sampai air bilasan relatif jernih.
- 4. Perendaman
 - Tujuan: lunakkan biji, perbaiki hidrasi dan merangsang perkecambahan ringan.
 - Waktu: ± 24 jam pada suhu ruang.
 - Rasio air (saran): rendam dengan 3–4 $\times$ berat kedelai (ml per g).
 - Untuk 250 g kedelai: gunakan 750 – 1000 ml air (0,75–1,0 L).
- 5. Pengupasan kulit ari (opsional/selanjutnya)
 - Setelah perendaman, kulit ari bisa dikupas (manual atau digosok) bila tujuan ingin menghasilkan tempe putih lebih halus. Buang kulit ari — dapat disisihkan (gambar pada diagram: “Kulit Ari”).
- 6. Pencucian & Pengeringan awal
 - Cuci kembali kedelai sampai bersih. Tiriskan air berlebih.
- 7. Perebusan / Pelunakan (Blanching / Boiling)
 - Tujuan: melunakkan kedelai, memasak protein, mengurangi mikroba permukaan.
 - Waktu & suhu (rekomendasi sesuai diagram): ± 45 menit pada suhu $T = 100^{\circ}\text{C}$ (rebus mendidih penuh).
 - Volume air untuk perebusan: cukup menutupi kedelai + cadangan supaya tidak cepat menyusut/terbuka permukaan.
 - Untuk 250 g kedelai: sediakan ± 1.5 L (1500 ml) air untuk perebusan.
 - Aduk sesekali agar pemanasan merata. Jika perlu buang busa permukaan.
- 8. Penyaringan dan Pendinginan
 - Tiriskan kedelai yang telah direbus hingga tidak menetes deras.
 - Sebarkan untuk mendinginkan hingga suhu $\approx 30\text{--}35^{\circ}\text{C}$ (suhu ruangan ideal untuk inokulasi tempe).
 - Jangan mendinginkan sampai sangat dingin — inokulasi pada suhu terlalu rendah akan memperlambat fermentasi.
- 9. Pengepakan & Inokulasi
 - Siapkan bahan inokulan (ragi tempe, mis. *Rhizopus oligosporus* — biasanya dalam bentuk starter tempe).
 - Taburkan inokulan merata (ikuti petunjuk dosis pada kemasan starter; contoh dosis umum $\sim 0.5\text{--}1\%$ berat kedelai, sesuaikan dengan starter yang dipakai).
 - Bungkus kedelai dalam media kemasan: daun pisang / plastik PE / aluminium foil / kertas roti + daun jati (sebagai yang dicantumkan di diagram). Pastikan kemasan memiliki lubang-lubang kecil (oksigen terbatas tapi cukup untuk pertumbuhan miselium).
- 10. Inkubasi (Fermentasi)
 - Simpan pada suhu ruangan hangat (ideal sekitar $30\text{--}35^{\circ}\text{C}$) selama ± 48 jam sampai nampak miselium putih mengikat biji menjadi blok tempe.
 - Waktu dapat bervariasi tergantung suhu lingkungan; suhu lebih rendah memperlambat, suhu lebih tinggi mempercepat (tetap hindari $>40^{\circ}\text{C}$).
- 11. Pematangan dan Pemeriksaan
 - Setelah ± 48 jam, periksa tempe: permukaan putih merata, tidak ada bau busuk, dan tekstur padat.
 - Jika matang, tempe siap disimpan di kulkas, dikonsumsi, atau diolah lebih lanjut.
- 12. Uji mutu
 - Untuk tempe mentah: uji kimia (kadar air, kadar protein) dan uji fisik (warna, tekstur).
 - Untuk tempe matang: uji organoleptik (bau, rasa, tekstur, penampakan) [19] [20].

Prosedur dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Tempe Kedelai Untuk Uji Kimia & Fisik [19] [20]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kimia

1. Protein

Analisis kimia dilakukan untuk mengetahui kadar protein yang terkandung pada produk tempe kedelai hasil fermentasi dengan berbagai jenis bahan kemasan. Uji ini bertujuan untuk menilai sejauh mana perbedaan jenis kemasan dapat memengaruhi kandungan protein tempe yang dihasilkan. Pengujian kadar protein dilakukan menggunakan metode *Kjeldahl*, yaitu metode standar untuk menentukan total nitrogen yang kemudian dikonversi menjadi kadar protein. Nilai protein yang diperoleh mencerminkan kemampuan kapang *Rhizopus oligosporus* dalam menghidrolisis senyawa protein selama proses fermentasi tempe. Semakin tinggi aktivitas enzimatis selama fermentasi, maka diharapkan kadar protein produk akan meningkat [14]. Data penelitian bisa dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Pengaruh Perbedaan Kemasan Terhadap Rerata Nilai Protein Produk Tempe

Perlakuan	Protein (%)
K1 (Daun Pisang)	2,14 ^a
K2 (Plastik PE (<i>Polyethylene</i>))	2,78 ^a
K3 (Aluminium Foil)	2,53 ^a
K4 (Kertas Roti)	2,31 ^a
K5 (Daun Jati)	1,97 ^a
BNJ 5%	tn

Keterangan : tn = tidak nyata

Nampak dari **Tabel 2** di atas, bahwa perbedaan jenis kemasan tidak berpengaruh signifikan terhadap protein tempe kedelai walaupun masing masing tidak sama dengan nilai protein terkecil ada pada kemasan daun jati yaitu 1,97% dan yang tertinggi ada pada kemasan plastik yaitu 2,78%. Ketidaksignifikan pengaruh jenis kemasan terhadap kadar protein tempe diduga disebabkan oleh kualitas bahan baku kedelai yang digunakan relatif seragam dan termasuk kedelai dengan kandungan protein tinggi. Kedelai pada umumnya memiliki kadar protein berkisar 35–40%, sehingga selama proses fermentasi, kapang *Rhizopus oligosporus* tetap mampu menghidrolisis protein secara optimal tanpa dipengaruhi secara nyata oleh perbedaan jenis kemasan. Laksono *et al.* [1] melaporkan bahwa tempe yang diproduksi dari kedelai varietas Anjasmoro memiliki kadar protein yang relatif tinggi dan tidak menunjukkan perbedaan nyata akibat variasi jenis pengemas, selama kondisi fermentasi masih berada pada rentang normal. Hal serupa juga dilaporkan oleh Salim *et al.* [9], yang menyatakan bahwa kadar protein tempe lebih dipengaruhi oleh mutu awal kedelai dan aktivitas mikroba fermentasi dibandingkan oleh jenis kemasan, sehingga variasi bahan kemasan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar protein tempe yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil analisis kimia pada Tabel 2, kadar protein tempe kedelai dengan berbagai jenis bahan kemasan menunjukkan kisaran nilai antara 1,97% hingga 2,78%. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan K2 (Plastik PE) sebesar 2,78%, sedangkan nilai terendah terdapat pada K5 (Daun Jati) sebesar 1,97%. Meskipun secara numerik terdapat perbedaan antarperlakuan, hasil uji statistik menunjukkan bahwa semua perlakuan tidak berbeda nyata ($p < 0,05$) karena seluruh data memiliki superskrip huruf yang sama (a). Hal ini menandakan bahwa penggunaan berbagai bahan kemasan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar protein tempe yang dihasilkan.

Perbedaan kadar protein yang tidak signifikan ini dapat disebabkan oleh faktor homogenitas bahan baku dan kondisi fermentasi yang relatif sama pada setiap perlakuan. Semua tempe difermentasi selama ± 48 jam dengan suhu ruang yang seragam (30–35°C), sehingga proses enzimatik oleh kapang *Rhizopus oligosporus* berlangsung pada intensitas yang hampir sama. Mikroorganisme tersebut memecah protein kompleks kedelai menjadi peptida dan asam amino, namun karena kondisi lingkungan fermentasi antar kemasan tidak jauh berbeda, maka kadar protein akhir yang terbentuk juga relatif sama.

Meskipun demikian, secara numerik terlihat kecenderungan bahwa kemasan plastik PE dan aluminium foil menghasilkan kadar protein yang sedikit lebih tinggi dibanding kemasan daun dan kertas roti. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kemampuan plastik dan aluminium foil mempertahankan kelembapan dan suhu internal selama fermentasi, sehingga aktivitas enzim dan pertumbuhan miselium berlangsung lebih stabil. Sebaliknya, kemasan alami seperti daun pisang dan daun jati memiliki porositas tinggi yang memungkinkan pertukaran udara lebih besar, sehingga kadar air tempe lebih mudah menurun dan menyebabkan sedikit degradasi protein.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Pujiastuti dkk. (2025) dalam jurnal Kandungan Protein Tempe Kedelai dengan Bahan Pengemas Primer dan Parameter Penyimpanan yang melaporkan bahwa bahan kemasan memang dapat memengaruhi kadar protein tempe. Namun, tingkat pengaruhnya bergantung pada kondisi fermentasi dan penyimpanan. Penelitian serupa oleh Sayuti (2015) juga menunjukkan bahwa bahan kemasan serta lama inkubasi berpengaruh terhadap kualitas kimia tempe, termasuk kandungan proteinnya. Dengan

demikian, walaupun secara statistik data penelitian ini menunjukkan tidak berbeda nyata, arah kecenderungan hasil masih mendukung temuan literatur bahwa kemasan berpotensi memengaruhi kadar protein produk fermentasi.

Nilai kadar protein yang relatif rendah (sekitar 2%) dibandingkan literatur yang melaporkan kisaran 5–8% (Pujiastuti, 2025) kemungkinan disebabkan oleh perbedaan metode analisis protein yang digunakan. Jika metode yang dipakai adalah pengukuran protein terlarut, maka hasilnya akan lebih kecil dibandingkan analisis protein total dengan metode Kjeldahl. Selain itu, waktu fermentasi yang relatif singkat dan kondisi lingkungan yang terbuka juga dapat menurunkan hasil pengikatan protein oleh jamur tempe.

Secara pribadi, saya menilai bahwa hasil ini tetap memberikan informasi penting. Walau perbedaan antar kemasan tidak signifikan, kecenderungan nilai tertinggi pada kemasan plastik PE menunjukkan bahwa bahan kemasan tertutup cenderung memberikan lingkungan fermentasi yang lebih stabil. Namun demikian, kemasan tradisional seperti daun pisang dan daun jati tetap memiliki nilai estetika dan cita rasa khas yang tidak tergantikan dalam persepsi konsumen. Oleh karena itu, kombinasi kemasan tradisional dengan lapisan pelindung modern seperti plastik berlubang dapat menjadi solusi terbaik untuk mempertahankan kadar protein sekaligus menjaga nilai sensori dan keaslian produk tempe.

2. Kadar Air

Analisis kimia dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan jenis bahan kemasan terhadap kandungan air pada tempe kedelai hasil fermentasi. Kadar air merupakan parameter penting dalam mutu tempe karena berhubungan langsung dengan tekstur, aktivitas mikroba, serta kestabilan produk selama penyimpanan. Kadar air tempe dipengaruhi oleh kemampuan bahan kemasan dalam mengatur perpindahan uap air dan udara selama proses fermentasi berlangsung [9]. Data hasil penelitian kadar air tempe dengan berbagai jenis kemasan disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Pengaruh Perbedaan Kemasan Terhadap Rerata Nilai Kadar Air Produk Tempe

Perlakuan	Kadar Air (%)
K1 (Daun Pisang)	52,1 ^{bc}
K2 (Plastik PE (<i>Polyethylene</i>))	39,6 ^a
K3 (Aluminium Foil)	61,2 ^c
K4 (Kertas Roti)	61,8 ^c
K5 (Daun Jati)	44,8 ^{ab}
BNJ 5%	11,77

Keterangan : Angka pada kolom yang sama diikuti huruf *superscript* berbeda, menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$)

Nampak dari **Tabel 3** di atas, kadar air tempe kedelai yang dikemas menggunakan berbagai jenis kemasan menunjukkan perbedaan yang cukup jelas antar perlakuan. Kadar air terendah diperoleh pada perlakuan K2 (plastik PE) sebesar 39,6%, sedangkan kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan K4 (kertas roti) sebesar 61,8%. Selain itu, kadar air pada perlakuan K3 (aluminium foil) sebesar 61,2% menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata dengan kertas roti, sehingga kedua perlakuan tersebut berada pada kelompok huruf yang sama. Hasil ini menunjukkan bahwa jenis bahan kemasan berpengaruh terhadap tingkat kelembaban tempe selama fermentasi, terutama melalui perbedaan sifat fisik kemasan seperti permeabilitas udara dan uap air. Perbedaan kadar air tersebut berkaitan erat dengan karakteristik masing-masing bahan kemasan. Secara teoritis, kemasan yang memiliki permeabilitas uap air tinggi atau bersifat higroskopis cenderung meningkatkan kadar air produk karena mampu menyerap dan menahan kelembaban di sekitar bahan pangan, sedangkan kemasan yang mampu mengontrol pelepasan uap air akan menghasilkan produk dengan kadar air yang lebih rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Laksono *et al.* (2019) dan Sayuti (2015) yang menyatakan bahwa jenis kemasan memiliki peran penting dalam mengatur kelembaban tempe selama fermentasi [1] [5].

Kadar air tertinggi pada perlakuan K4 (kertas roti) diduga disebabkan oleh sifat kertas roti yang mudah menyerap air dan memiliki pori-pori halus, sehingga uap air yang terbentuk selama fermentasi cenderung

terperangkap dan meningkatkan kelembaban tempe. Kondisi serupa juga terjadi pada perlakuan K3 (aluminium foil), meskipun aluminium foil tidak bersifat higroskopis. Aluminium foil bersifat kedap udara dan uap air, sehingga uap air hasil respirasi dan aktivitas metabolisme kapang selama fermentasi tidak dapat keluar dari kemasan dan akhirnya terakumulasi di dalam produk. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Azizah *et al.* (2025) dan Salim *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa kemasan kedap cenderung menghasilkan tempe dengan kadar air lebih tinggi [4][9]. Sebaliknya, perlakuan K2 (plastik PE) menghasilkan kadar air terendah yaitu 39,6%. Plastik PE memiliki sifat semi-permeabel terhadap uap air, sehingga memungkinkan sebagian uap air keluar selama proses fermentasi, terutama apabila terdapat lubang ventilasi atau lipatan pada kemasan. Selain itu, plastik PE tidak menyerap air seperti bahan kemasan alami, sehingga tidak terjadi penumpukan kelembaban di sekitar produk. Kondisi ini menyebabkan tempe yang dikemas dengan plastik PE cenderung lebih kering dan memiliki kadar air lebih rendah. Hasil ini sesuai dengan penelitian Q. Aýun *et al.* (2022) dan Rachmah *et al.* (2024) yang melaporkan bahwa tempe dengan kemasan plastik umumnya memiliki kadar air lebih rendah dibandingkan kemasan daun [2][6].

Perlakuan K1 (daun pisang) menunjukkan kadar air sebesar 52,1% dan berada pada kelompok *superscript* bc, yang menunjukkan nilai kadar air sedang. Daun pisang merupakan bahan kemasan alami dengan porositas yang cukup baik, sehingga memungkinkan terjadinya pertukaran uap air dan udara selama fermentasi. Namun, struktur jaringan daun pisang yang mengandung selulosa juga mampu menahan sebagian kelembaban, sehingga kadar air tempe tidak terlalu rendah maupun terlalu tinggi. Kondisi ini mendukung pertumbuhan miselium *Rhizopus oligosporus* secara optimal tanpa menyebabkan tempe menjadi terlalu basah, sebagaimana dilaporkan oleh Ellent *et al.* (2022) dan Duda *et al.* (2024) [3][7]. Sementara itu, perlakuan K5 (daun jati) menunjukkan kadar air sebesar 44,8% dan termasuk kelompok *superscript* ab. Daun jati memiliki struktur yang lebih tebal dan pori yang lebih sedikit dibandingkan daun pisang, sehingga kemampuan penguapan air berada di antara plastik PE dan daun pisang. Daun jati mampu mempertahankan sebagian kelembaban namun tetap memungkinkan terjadinya evaporasi dalam jumlah tertentu. Hasil ini sejalan dengan penelitian Rosidah *et al.* (2023) dan Halimah *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa bahan kemasan alami dengan struktur lebih tebal dapat menghasilkan kadar air sedang dan relatif stabil [11][15].

B. Analisis Fisik

1. Warna

Analisis warna telah dilakukan untuk menguji tekstur dan warna produk menggunakan metode yang objektif dan terukur. Pengukuran warna dilakukan menggunakan colour reader, yang memberikan hasil dalam sistem *CIE L*a*b**. *L* (*lightness*) menunjukkan tingkat kecerahan (0 = hitam, 100 = putih terang), *a* menunjukkan komponen warna merah-hijau (positif = merah, negatif = hijau), dan *b* menunjukkan komponen warna kuning-biru (positif = kuning, negatif = biru).

Tabel 3. Pengaruh Perbedaan Kemasan Terhadap Rerata Nilai Fisik Warna Produk Tempe

Perlakuan	Warna		
	L	a	b
K1 (Daun Pisang)	76,54	5,38 ^b	19,11 ^b
K2 (Plastik PE (<i>Polyethylene</i>))	71,22	3,13 ^a	11,82 ^a
K3 (Aluminium Foil)	75,36	4,15 ^{ab}	12,93 ^a
K4 (Kertas Roti)	73,50	4,51 ^{bc}	12,61 ^a
K5 (Daun Jati)	72,45	4,98 ^b	13,34 ^a
BNJ 5%	tn	1,56	5,34

Keterangan : Angka pada kolom yang sama diikuti huruf *superscript* berbeda, menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$)

Hasil analisis warna produk tempe menunjukkan bahwa jenis kemasan memberikan pengaruh terhadap tingkat kecerahan (L), kemerahan (a), dan kekuningan (b) produk. Berdasarkan data, nilai L (kecerahan) tertinggi

diperoleh pada perlakuan K1 (daun pisang) yaitu 76,54 yang menandakan bahwa tempe memiliki warna paling cerah dibandingkan perlakuan lainnya. Sementara itu, nilai L terendah terdapat pada K2 (plastik PE) sebesar 71,22, yang menunjukkan warna lebih gelap. Nilai a yang menunjukkan intensitas warna merah tertinggi juga terdapat pada K1 (5,38) dan diikuti oleh K5 (daun jati) sebesar 4,98. Sedangkan nilai b tertinggi diperoleh pada K1 sebesar 19,11, menandakan warna kekuningan paling dominan.

Perbedaan nilai warna ini mengindikasikan bahwa jenis kemasan memengaruhi intensitas cahaya dan proses fermentasi selama pembentukan miselium pada tempe. Kemasan daun pisang memberikan hasil warna paling cerah dan kekuningan karena sifatnya yang permeabel terhadap udara dan uap air, sehingga pertumbuhan kapang *Rhizopus oligosporus* berjalan optimal. Hal ini menyebabkan miselium tumbuh merata dan memberikan penampakan putih terang khas tempe segar. Sebaliknya, penggunaan plastik PE yang bersifat tertutup rapat dapat membatasi masuknya oksigen yang diperlukan oleh jamur selama proses fermentasi berlangsung. Kondisi tersebut menyebabkan pertumbuhan miselium tidak berkembang secara optimal, sehingga warna tempe yang dihasilkan cenderung lebih gelap. Temuan ini selaras dengan hasil penelitian Nurhayati et al. (2020) dalam Jurnal Teknologi dan Industri Pangan yang menyatakan bahwa tempe yang dikemas menggunakan daun pisang memiliki warna lebih cerah dengan nilai kecerahan (L) yang lebih tinggi dibandingkan tempe yang dibungkus plastik. Selain itu, penelitian Kusuma dan Sari (2021) dalam Jurnal Agroindustri juga menunjukkan bahwa kemasan daun alami mampu menjaga kelembapan optimal dan memperbaiki penampakan warna tempe selama proses fermentasi. Kombinasi suhu dan kelembapan yang stabil pada kemasan daun memungkinkan kapang menghasilkan lapisan miselium putih tebal, yang secara visual meningkatkan nilai L dan b.

Kemasan aluminium foil dan kertas roti memberikan hasil warna menengah dengan nilai L masing-masing 75,36 dan 73,50. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun tidak sebaik daun pisang, kedua jenis kemasan tersebut masih mampu menjaga intensitas cahaya dan suhu fermentasi dengan cukup baik. Adapun tempe dengan kemasan daun jati (K5) memiliki warna agak lebih gelap dibanding daun pisang, meski tetap menunjukkan nilai a dan b yang cukup tinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan pigmen alami daun jati yang dapat berpindah sebagian ke permukaan tempe selama fermentasi, memberikan nuansa warna agak kekuningan atau kecoklatan.

Menurut pandangan pribadi saya, hasil ini menggambarkan bahwa kemasan tradisional seperti daun pisang masih unggul dibanding kemasan modern dalam hal estetika dan kesan alami produk. Warna putih kekuningan yang dihasilkan tidak hanya mencerminkan proses fermentasi yang sempurna, tetapi juga memperkuat citra tempe sebagai pangan lokal tradisional yang berkualitas. Namun demikian, meskipun kemasan plastik menghasilkan warna yang lebih gelap, dari sisi higienitas dan daya simpan, plastik PE tetap memiliki keunggulan tersendiri. Oleh karena itu, pemilihan bahan kemasan sebaiknya mempertimbangkan tujuan akhir produksi, apakah menekankan aspek estetika dan tradisi, atau efisiensi penyimpanan dan distribusi.

Tabel 4. Pengaruh Perbedaan Kemasan Terhadap Rerata Nilai Tekstur Produk Tempe

Perlakuan	Tekstur
K1 (Daun Pisang)	50,44 ^c
K2 (Plastik PE (<i>Polyethylene</i>))	50,33 ^c
K3 (Aluminium Foil)	46,61 ^{ab}
K4 (Kertas Roti)	42,56 ^a
K5 (Daun Jati)	45,05 ^{ab}
BNJ 5%	9,17

Keterangan : Angka pada kolom yang sama diikuti huruf *superscript* berbeda, menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$)

Nampak hasil analisis fisik tekstur pada produk tempe menunjukkan bahwa jenis bahan pengemas memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kekerasan tempe yang dihasilkan [9]. Nilai tekstur yang semakin tinggi pada tabel ini menunjukkan tempe yang semakin keras, sedangkan nilai tekstur yang lebih rendah

menunjukkan tempe yang lebih lunak. Berdasarkan hasil yang diperoleh, perlakuan K1 (daun pisang) dan K2 (plastik PE dengan ketebalan 0,05 mm) menunjukkan nilai tekstur tertinggi, yaitu masing-masing 50,44 dan 50,33, yang berada dalam kelompok notasi huruf superscript c. Hal ini menandakan bahwa kedua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata satu sama lain, namun berbeda nyata dengan perlakuan K3, K4, dan K5. Kekerasan yang relatif tinggi pada K1 dan K2 mengindikasikan bahwa proses fermentasi pada kedua jenis pengemas berjalan secara optimal, sehingga pertumbuhan miselium *Rhizopus oligosporus* merata dan mampu membentuk struktur tempe yang lebih kompak.

Daun pisang (K1) secara tradisional dikenal sebagai pengemas alami yang memiliki porositas baik sehingga mampu mendukung pertukaran udara selama fermentasi. Kondisi ini memungkinkan *Rhizopus oligosporus* tumbuh secara aktif dan menghasilkan miselium yang padat. Selain itu, daun pisang mengandung senyawa bioaktif yang dapat memberikan lingkungan mikro lebih stabil bagi pertumbuhan kapang, sehingga struktur tempe menjadi lebih kokoh [1]. Hasil ini sejalan dengan nilai tekstur tinggi yang menunjukkan kekompakan tempe yang baik. Plastik PE (K2) dengan ketebalan 0,05 mm yang menunjukkan nilai hampir sama juga menghasilkan struktur tempe yang cenderung kuat. Ketebalan ini termasuk kategori sedang, sehingga plastik memiliki kemampuan menjaga kelembaban namun masih memungkinkan sedikit permeabilitas oksigen melalui lipatan, tusukan udara, atau celah mikro kemasan [11]. Hal ini menjelaskan mengapa nilai kekerasannya mendekati daun pisang dan tetap mampu mendukung pembentukan miselium yang baik.

Perlakuan K3 (aluminium foil) memiliki nilai tekstur 46,61 yang berada pada kelompok ab, menunjukkan kekerasan yang lebih rendah dibanding K1 dan K2. Aluminium foil memiliki sifat sangat kedap udara dan panas, sehingga pertukaran oksigen sangat terbatas. Pada keadaan ini, perkembangan *Rhizopus oligosporus* menjadi kurang optimal dan pertumbuhan miselium tidak sepadat pada daun pisang atau plastik PE yang lebih permeabel [6]. Akibatnya, struktur tempe yang terbentuk menjadi lebih lunak. Nilai tekstur yang berada di tengah-tengah memberi indikasi bahwa fermentasi tetap berlangsung, namun tidak menghasilkan kekompakan maksimum.

Selanjutnya, K5 (daun jati) yang juga berada dalam kelompok ab dengan nilai tekstur 45,05 menunjukkan karakteristik yang hampir sama dengan aluminium foil. Daun jati memiliki tekstur yang lebih tebal dan permukaan yang tidak seporos daun pisang. Keterbatasan porositas daun jati menyebabkan difusi oksigen selama fermentasi tidak optimal, sehingga perkembangan miselium tidak merata [3]. Meskipun tempe tetap terbentuk, namun strukturnya tidak sepadat K1 dan K2, sehingga menghasilkan tekstur yang lebih lunak.

Perlakuan yang menghasilkan tekstur paling rendah adalah K4 (kertas roti 40 gsm) dengan nilai 42,56 dan termasuk kelompok a. Ketebalan 40 gsm menunjukkan bahwa kertas roti memiliki karakteristik semi-kedap, apalagi karena biasanya dilapisi silikon atau bahan anti-lengket yang semakin menurunkan porositasnya [4]. Hal ini secara langsung membatasi difusi oksigen yang dibutuhkan *Rhizopus oligosporus* selama fermentasi. Keterbatasan oksigen membuat pertumbuhan miselium tidak menyeluruh, menyebabkan struktur tempe menjadi kurang kompak. Tekstur yang lebih lunak ini menjadi indikasi bahwa fermentasi berlangsung lebih lambat dan penyebaran kapang tidak merata.



Gambar 2. Kemasan Tempe Kedelai

C. Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan dengan melibatkan 30 panelis yang diminta menilai tekstur, rasa, warna, dan aroma tempe menggunakan skala hedonik lima tingkat, mulai dari sangat tidak suka hingga sangat suka. Data hasil penilaian tersebut kemudian dianalisis menggunakan uji Friedman untuk membandingkan tingkat kesukaan panelis terhadap tempe dengan jenis kemasan yang berbeda. Metode ini digunakan karena sesuai untuk pengolahan data nonparametrik, di mana sampel diurutkan berdasarkan peringkat preferensi panelis dan dianalisis untuk mengetahui adanya perbedaan penerimaan yang nyata antarperlakuan. Melalui kombinasi uji organoleptik dan analisis Friedman, diperoleh gambaran yang lebih menyeluruh mengenai preferensi konsumen serta perbedaan karakteristik tempe dari masing-masing jenis kemasan.

Tabel 5. Pengaruh Perbedaan Kemasan Terhadap Rerata Uji Organoleptik hasil Uji Organoleptik

Perlakuan	Parameter ¹⁾			
	Rasa ²⁾	Warna ²⁾	Tekstur ²⁾	Aroma ²⁾
K1 (Daun Pisang)	3,10 ^{ab}	3,47 ^a	3,27 ^a	3,47 ^{ab}
K2 (Plastik PE (Polyethylene))	3,00 ^a	3,30 ^a	3,23 ^a	3,00 ^a
K3 (Aluminium Foil)	3,63 ^b	3,50 ^a	3,20 ^a	3,30 ^{ab}
K4 (Kertas Roti)	2,97 ^a	3,13 ^a	3,30 ^a	3,10 ^{ab}
K5 (Daun Jati)	3,40 ^{ab}	3,47 ^a	3,33 ^a	3,53 ^b
Titik Kritis	20,15	tn	tn	20,15

Keterangan : ¹⁾Menggunakan parameter skala 1= sangat tidak suka, 2= tidak suka, 3= netral, 4= suka, 5= sangat suka. ²⁾ Angka pada kolom yang sama diikuti huruf superscript berbeda, menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$)

Nampak asil uji organoleptik terhadap tempe yang dikemas menggunakan berbagai jenis kemasan menunjukkan bahwa perbedaan bahan pembungkus memberikan pengaruh terhadap persepsi sensori, meskipun secara statistik tidak memberikan perbedaan nyata. Pada parameter rasa, skor panelis berkisar antara 2,97–3,63. Nilai tertinggi terdapat pada perlakuan aluminium foil (K3) dengan skor 3,63, menunjukkan bahwa panelis cenderung menyukai rasa tempe yang dihasilkan oleh kemasan ini. Aluminium foil bersifat inert, tidak berpori, dan tidak memberikan kontribusi senyawa aroma tambahan, sehingga rasa tempe yang dihasilkan cenderung murni dan bersih. Sebaliknya, nilai terendah terdapat pada plastik PE (K2) dan kertas roti (K4), masing-masing 3,00 dan 2,97. Rasa pada kemasan plastik PE dinilai kurang menarik oleh panelis karena proses fermentasi pada medium yang tertutup rapat sering menimbulkan rasa agak getir atau tidak segar akibat terbatasnya pertukaran udara. Kondisi anaerob parsial ini memengaruhi proses metabolisme *Rhizopus oligosporus* sehingga rasa tempe menjadi kurang bersih. Pada kertas roti, rasa dinilai cukup netral, namun cenderung kurang kuat. Kadar air tinggi pada kemasan ini membuat rasa tempe terasa lebih lembek dan tidak seintens kemasan daun alami [12].

Pada parameter warna, tidak ditemukan perbedaan signifikan karena seluruh nilai berada pada rentang 3,13–3,50 dengan superscript sama (a). Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh jenis kemasan masih mampu menjaga penampilan visual tempe, baik dari tingkat kecerahan maupun keterikatan serat miselium [16]. Panelis menilai warna tempe cenderung seragam karena perbedaan kemasan tidak menimbulkan proses oksidasi ataupun pengaruh warna dari luar yang dapat menurunkan mutu tampilan produk [3]. Penilaian terhadap tekstur juga menunjukkan kecenderungan yang sama, dengan skor berkisar antara 3,20 hingga 3,33 dan tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan [1]. Secara umum, semua kemasan dapat mempertahankan tekstur tempe pada kategori netral hingga agak disukai oleh panelis. Meskipun sebelumnya analisis fisik menunjukkan ada perbedaan nilai tekstur objektif, persepsi panelis ternyata tidak terlalu sensitif terhadap variasi tersebut. Perubahan kelembapan dan kekenyalan yang terjadi akibat perbedaan porositas kemasan tidak cukup besar untuk menghasilkan perbedaan signifikan secara sensori.

Parameter aroma menunjukkan kecenderungan yang lebih jelas dalam preferensi panelis meskipun tetap tidak signifikan secara statistik. Skor penilaian aroma tempe berada pada kisaran 3,00–3,53, dengan nilai tertinggi diperoleh pada kemasan daun jati (K5). Tingginya tingkat kesukaan aroma pada tempe kemasan daun jati menunjukkan bahwa proses fermentasi berlangsung optimal dan menghasilkan karakter aroma yang lebih dapat diterima oleh panelis [12]. Hal ini diduga dipengaruhi oleh senyawa volatil alami pada daun jati serta struktur porinya yang mendukung pertukaran udara, sehingga proses fermentasi berlangsung lebih stabil. Sebaliknya, tempe dengan kemasan plastik PE (K2) memperoleh skor aroma terendah akibat sifatnya yang kedap udara, yang menyebabkan aroma fermentasi cenderung pengap dan kurang segar. Sementara itu, kemasan kertas

roti menghasilkan aroma dan rasa yang relatif netral karena tidak memberikan kontribusi aroma alami dan cenderung menahan kelembapan, sehingga karakter aroma tempe kurang berkembang [4].

D. Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik pada produk tempe dilakukan menggunakan metode pembobotan dengan mempertimbangkan parameter kimia (kadar air, protein), fisik (warna L, a, b, tekstur), serta uji organoleptik (tekstur, warna, rasa, dan aroma). Setiap parameter diberikan bobot sesuai tingkat kepentingannya, kemudian dihitung nilai efektif dan nilai normal untuk memperoleh skor total masing-masing perlakuan (K1–K5).

Table 6. Nilai Hasil Perhitungan Perlakuan Terbaik Kemasan Tempe

Parameter	Bobot Parameter	Bobot Normal	K1		K2		K3		K4		K5	
			Nilai Efektif	Nilai Normal	Nilai Efektif	Nilai Normal	Nilai Efektif	Nilai Normal	Nilai Efektif	Nilai Normal	Nilai Efektif	Nilai Normal
Kadar Air	0,9	0,096	-	-0,044	-	-0,096	-	-0,007	0,000	0,000	-	-0,075
Protein	0,9	0,096	0,459	0,210	1,000	0,096	0,691	0,066	0,432	0,041	0,777	0,000
L	0,9	0,096	1,000	0,096	0,000	0,000	0,776	0,075	0,429	0,041	0,229	0,022
a	0,9	0,096	1,000	0,096	0,000	0,000	0,453	0,044	0,640	0,061	0,822	0,079
b	0,9	0,096	1,000	0,096	0,000	0,000	0,152	0,015	0,108	0,010	0,209	0,020
Tekstur	1	0,106	1,000	0,106	0,986	0,105	0,514	0,054	0,000	0,000	0,316	0,033
Organoleptik Tekstur	1	0,106	0,500	0,053	0,250	0,026	0,000	0,000	0,750	0,079	1,000	0,106
Organoleptik Warna	0,9	0,096	0,909	0,087	0,455	0,044	1,000	0,096	0,000	0,000	0,909	0,087
Organoleptik Rasa	1	0,106	0,200	0,021	0,050	0,005	1,000	0,106	0,000	0,000	0,650	0,069
Organoleptik Aroma	1	0,106	0,875	0,093	0,000	0,000	0,563	0,060	0,188	0,020	1,000	0,106
Total	9,4			0,62		0,18		0,51		0,25		0,45

Berdasarkan hasil perhitungan, perlakuan K1 memperoleh nilai total tertinggi yaitu 0,62, diikuti oleh K3 sebesar 0,51, K5 sebesar 0,45, K4 sebesar 0,25, dan K2 sebesar 0,18. Nilai ini menunjukkan bahwa K1 merupakan perlakuan terbaik dibandingkan perlakuan lainnya. Tingginya nilai K1 didukung oleh keunggulan pada beberapa parameter utama. Pada aspek fisik, K1 menunjukkan nilai maksimal pada parameter warna (L, a, dan b) serta tekstur, yang menandakan bahwa tempe memiliki karakteristik warna yang cerah dan seragam serta tekstur yang kompak dan baik. Dari sisi organoleptik, K1 juga memperoleh skor tinggi pada penilaian warna dan aroma, serta memberikan kontribusi positif pada tekstur dan rasa. Hal ini menunjukkan bahwa tempe pada perlakuan K1 lebih diterima dan disukai oleh panelis. Meskipun nilai kadar air K1 tidak tertinggi, nilainya masih dalam rentang yang lebih baik dibandingkan beberapa perlakuan lain seperti K2 dan K5. Kandungan protein pada K1 juga memberikan kontribusi positif terhadap nilai total, meskipun bukan yang paling tinggi. Namun, secara keseluruhan, keseimbangan antara mutu kimia, fisik, dan organoleptik menjadikan K1 memiliki skor akhir paling optimal. Perlakuan K3 menempati urutan kedua dengan keunggulan pada parameter organoleptik rasa dan warna, tetapi beberapa parameter fisik dan teksturnya masih berada di bawah K1. Sementara itu, K5 memiliki nilai cukup baik pada aroma dan tekstur organoleptik, namun skor kadar air dan beberapa parameter fisik menurunkan total nilainya. Perlakuan K4 dan K2 menunjukkan nilai total paling rendah karena beberapa parameter memiliki nilai yang kecil bahkan nol.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan indeks efektivitas, perlakuan K1 merupakan perlakuan terbaik dengan nilai total tertinggi sebesar 0,62, dibandingkan dengan K3 (0,51), K5 (0,45), K4 (0,25), dan K2 (0,18). Tingginya nilai K1 menunjukkan bahwa perlakuan ini memiliki keseimbangan terbaik antara parameter fisik, kimia, dan organoleptik. Pada aspek fisik, K1 menunjukkan performa yang baik terutama pada warna dan tekstur. Dari segi organoleptik, K1 juga memperoleh skor tinggi pada penilaian warna, aroma, dan tingkat penerimaan panelis.

Meskipun bukan yang tertinggi pada seluruh parameter kimia, secara keseluruhan kombinasi hasil yang diperoleh menjadikan K1 sebagai perlakuan paling optimal dalam penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan, dan motivasi yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh dosen Program Studi Teknologi Pangan atas ilmu pengetahuan, dukungan, serta fasilitas yang telah diberikan. Ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada orang tua dan keluarga atas doa, kasih sayang, serta dukungan moril dan materil, termasuk pendanaan pribadi yang memungkinkan penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak penyedia tempat penelitian yang telah memberikan izin dan fasilitas selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih khusus penulis sampaikan kepada calon istri tercinta Dewi Faridatul Aulia, atas doa, perhatian, dan dukungan yang tiada henti. Terakhir, terima kasih kepada rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknologi Pangan angkatan 2022 atas kerja sama dan kebersamaan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.

REFERENSI

- [1] A. S. Laksono, Marniza, and Rosalina Yessy, "Karakteristik Mutu Tempe Kedelai Lokal Varietas Anjasmoro Dengan Variasi Lama Perebusan Dan Penggunaan Jenis Pengemas," *J. Agroindustri*, vol. 9, no. 1, pp. 8–18, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/agroindustri>
- [2] Q. Aýun, S. Suryani, and C. Kurnia, "Identifikasi Kapang Pada Tempe Bungkus Daun Pisang Dan Plastik Asal Pengrajin Tempe Jatiasih, Bekasi," *Bioed J. Pendidik. Biol.*, vol. 10, no. 2, pp. 45–51, 2022.
- [3] S. S. C. Ellent, L. Dewi, and M. C. Tapilouw, "Karakteristik Mutu Tempe Kedelai (*Glycine max* L.) yang Dikemas dengan Klobot," *AGRITEKNO J. Teknol. Pertan.*, vol. 11, no. 1, pp. 32–40, 2022, doi: 10.30598/jagritekno.2022.11.1.32.
- [4] Y. K. Azizah, A., Amania, ., Nisak, "Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Karakteristik Kimia Tempe Kedelai," *J. Teknol. Pangan Dan Agroindustri Perkeb.*, vol. 4044, pp. 11–17, 2025.
- [5] S. Sayuti, "Pengaruh Bahan Kemasan Dan Lama Inkubasi Terhadap Kualitas Tempe Kacang Gude Sebagai Sumber Belajar Ipa," *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidik. Biol.)*, vol. 6, no. 2, pp. 148–158, 2015, doi: 10.24127/bioedukasi.v6i2.345.
- [6] A. N. Rachmah, L. Cempaka, and A. S. Mukaromah, "Jenis Ragi Dan Bahan Pembungkus Terhadap Kualitas Tempe," *Berk. Ilm. Biol.*, vol. 15, no. 2, pp. 82–91, 2024, doi: 10.22146/bib.v15i2.6341.
- [7] H. J. Duda, S. P. Biologi, S. P. Khatulistiwa, J. P. Sengkuang, and K. Barat, "Pengaruh Kemasan Yang Berbeda Dan Masa Inkubasi Terhadap Kualitas Organoleptik Tempe Kedelai (*Glycine max* (L .) Merrill)," *J. Pengolah. Pangan*, vol. 9, no. 2, pp. 118–125, 2024.
- [8] F. Rizie and L. Widawati, "ISSN : 2407 – 1315 AGRITEPA, Vol. IV, No.2, Januari – Juni 2018," *AGRITEPA*, vol. IV, no. 2, pp. 94–107, 2018.
- [9] T. Salim, R., Zebua, E.T., Taslim, "Analisis Jenis Kemasan Terhadap Kadar Protein Dan Kadar Air Pada Tempe," *J. Katalisator*, vol. 2, no. 2, p. 106, 2017, doi: 10.22216/jk.v2i2.2531.
- [10] K. Ariyanti, Yurnalis, and Rera Aga Salihat, "Karakteristik Mutu Nugget Tempe Selama Penyimpanan dengan Edible Film Pati Talas dan Sari Kunyit (*Curcuma domestica* val.)," *J. Res. Ilmu Pertan.*, vol. 2, no. 2, pp. 182–192, 2022, doi: 10.31933/fa6pxk38.
- [11] R. Rosidah, A. S. Azizah, H. P. Megawati, and R. Rivaldi, "Analisis Morfologi Fungi pada Tempe Kemasan Daun dan Tempe Kemasan Plastik," *J. Pengabd. Masy. Biol. dan Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 48–57, 2023, doi: 10.30998/jpmbio.v2i1.1930.
- [12] R. H. Harahap, Z. Lubis, and J. Kaban, "Komponen Flavor Volatil Tempe yang Dibungkus dengan Daun Pisang dan Plastik," *Agritech*, vol. 38, no. 2, pp. 194–199, 2018, [Online]. Available: <http://doi.org/10.22146/agritech>.
- [13] A. Zainuddin, A. I. Laboko, F. C. Asia, and A. N. Inayah, "Karakteristik Fisikokimia Tepung Beras Premium dan Medium dengan Pengaplikasian Microwave," *Gorontalo Agric. Technol. J.*, vol. 6, no. 2, p. 86, 2023, doi: 10.32662/gatj.v0i0.3225.
- [14] R. Ispitasari and H. Haryanti, "Pengaruh Waktu Destilasi terhadap Ketepatan Uji Protein Kasar pada Metode Kjeldahl dalam Bahan Pakan Ternak Berprotein Tinggi," *Indones. J. Lab.*, vol. 5, no. 1, p. 38, 2022, doi: 10.22146/ijl.v0i0.73468.
- [15] G. Halimah, M. Devi, and I. Issutarti, "Pengaruh Suhu Pasteurisasi terhadap Warna, Kandungan Vitamin C dan Betakaroten pada Sari Buah Belimbing Nanas," *J. Inov. Teknol. dan Edukasi Tek.*, vol. 1, no. 3, pp.

- 162–168, 2021, doi: 10.17977/um068v1n3p162-168.
- [16] K. Khotimah, I. Kusumaningrum, and R. N. Afiah, “Texture Profile and Hedonic Test of Catfish Meatballs with Purple Yam (*Dioscorea alata*) Flour Addition,” *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.*, vol. 27, no. 8, pp. 693–705, Jun. 2024, doi: 10.17844/jphpi.v27i8.50811.
- [17] L. Hudi, R. U. Budiandari, and S. Anam, “Organoleptic Properties of Jelly Drink Mangoesteen Skin (*Garcinia mangotana* L.) and Study Concentration of Seaweed,” *Edufortech*, vol. 8, no. 1, pp. 11–16, 2023.
- [18] N. Fitriani, Nadimin, and Sirajuddin, “Mutu Organoleptik Cookies Dengan Penambahan Tepung Bekatul Dan Ikan Kembung,” *Media Gizi Pangan*, vol. 26, no. 1, 2019.
- [19] H. Fazrin, I. D. Dharmawibawa, and S. Armiani, “Studi Organoleptik Tempe Dari Perbandingan Kacang Komak (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) Dengan Berbagai Konsentrasi Ragi Dan Lama Fermentasi Sebagai Bahan Penyusunan Brosur,” *Biosci. J. Ilm. Biol.*, vol. 8, no. 1, p. 39, 2020, doi: 10.33394/bjib.v8i1.2662.
- [20] Wulan Permata Sari, Tata Lathifatul ‘Ainiyah, Verel Marcellina, Theresia Vida Sabrina, and Liss Dyah Dewi A, “Pengaruh Mikroba Dalam Proses Fermentasi Pembuatan Tempe,” *J. Ilm. Dan Karya Mhs.*, vol. 2, no. 3, pp. 84–93, 2024, doi: 10.54066/jikma.v2i3.1925.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.