

PENGARUH SUBSTITUSI BIJI JALI-JALI DAN PENAMBAHAN RAGI TERHADAP MUTU HEDONIK DAN TINGKAT KESUKAAN TEMPE KACANG HIJAU

The Effect Of Job's Tears Seeds Substitution And Yeast Addition On The Hedonic Quality And Preference Level Of Mung Bean Tempe

Amelinda Nathania Royanto¹, Febriani Lukitasari^{*2}, Luthfiyah Nurlaela³, Diwyacitta Antya Putri⁴
^{1,2,3,4} Universitas Negeri Surabaya

*Corresponding author, e-mail: febrianilukitasari@unesa.ac.id

ABSTRACT

Due to Indonesia's present reliance on imported soybeans, indigenous foods are being promoted as a substitute source material for tempeh. Two native food ingredients that might encourage food variety are mung beans and Job's tears seeds. The purpose of this study is to examine how the hedonic quality and degree of liking of mung bean tempeh are affected when Job's tears seeds are replaced and yeast is added. This kind of study uses a 3x2 multiple factorial design experimental approach, substituting 15%, 20%, and 25% of Job's tears seeds and adding 0,05% and 0,10% yeast. The formulation was examined at Surabaya State University's Food Technology Laboratory in Ketintang. A 4-1 scale questionnaire including color, fragrance, taste, and texture was used to administer hedonic quality and preference level assessments to thirty semi-trained panelists. Two-Way ANOVA with a significance threshold (α) of 0.05 and further Tukey HSD or Games-Howell tests based on the homogeneity test findings were used to statistically evaluate the data. The average preference level score was 2,50-3,47, and the average hedonic quality score was 2,47-3,33. The investigation's findings demonstrated that the substitution of Job's tears seeds had an influence on the hedonic quality of color ($<0,001$) and texture (0,003), but not on the scent and taste, while the addition of yeast and interaction had no effect on any hedonic quality criterion ($p > 0,05$). The substitution of Job's Tears seeds had an effect on color (0,025), but the addition of yeast had no effect on any of the preference level's parameters ($p > 0,05$); the interaction of treatments had an effect on color, aroma, and taste, but the Tukey HSD test showed no significant difference; and it had no effect on texture.

Keyword: mung bean tempeh, job's tears seeds, hedonic quality, preference level, fermentation

ABSTRAK

Indonesia masih bergantung pada kedelai impor, makanan lokal harus digunakan sebagai pengganti kedelai impor. Kacang hijau dan biji jali-jali, keduanya komoditas lokal, dapat membantu diversifikasi pangan. Studi ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana mutu hedonik dan tingkat kesukaan kacang hijau tempe dipengaruhi oleh penambahan ragi dan substitusi biji jali-jali. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif, dan metode eksperimennya adalah desain faktorial ganda 3x2. Substitusi biji jali-jali sebesar 15%, 20%, dan 25%, dan ragi ditambahkan sebesar 0,05% dan 0,10%. Pengujian formulasi dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Universitas Negeri Surabaya di Ketintang. Tiga puluh panelis yang semi-terlatih diuji untuk unsur-unsur hedonik, termasuk warna, aroma, rasa, dan tekstur, menggunakan kuesioner skala 4-1. Uji lanjut Games-Howell atau Tukey HSD sesuai dengan hasil uji homogenitas, dan data dievaluasi dengan Two-Way ANOVA dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0,05. Mutu hedonik rata-rata 2,47-3,33, dan tingkat kesukaan rata-rata 2,50-3,47. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi biji jali-jali berdampak pada mutu hedonik warna ($<0,001$) dan tekstur (0,003), tetapi tidak pada aroma atau rasa. Penambahan ragi atau interaksi juga tidak berdampak pada mutu hedonik secara keseluruhan ($p < 0,05$). Sebaliknya, substitusi biji jali-jali hanya berdampak pada parameter warna tingkat kesukaan, penambahan ragi tidak berdampak pada seluruh parameter tingkat kesukaan, interaksi berdampak pada warna, aroma, dan rasa namun tidak menunjukkan perbedaan berdasarkan uji Tukey HSD, serta tidak berpengaruh terhadap tekstur pada tingkat kesukaan. ($p < 0,05$).

Kata kunci: tempe kacang hijau, biji jali-jali, mutu hedonik, tingkat kesukaan, fermentasi

How to Cite: Amelinda Nathania Royanto¹, Febriani Lukitasari², Luthfiyah Nurlaela³, Diwyacitta Antya Putri⁴. 2026. Pengaruh Substitusi Biji Jali-Jali Terhadap Sifat Organoleptik Tempe Kacang Hijau. Jurnal Pendidikan Tata Boga dan Teknologi, Vol 7 (2): pp. 534-546, DOI: 10.24036/jptbt.v7i2.27304



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2019 by author

PENDAHULUAN

Kadang-kadang kacang kedelai difermentasi dengan jamur kapang *Rhizopus Oryzae* atau *Rhizopus Oligosporus* untuk membuat tempe. Sebuah proses yang dikenal sebagai fermentasi di mana mikroorganisme mengalami perubahan kimia sebagai akibat dari aktivitas enzim. Dalam proses fermentasi, terbentuk bakteri yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Soktavia et al., 2026). Dalam proses pembuatan tempe, penggunaan ragi sangat penting karena menentukan seberapa efektif proses fermentasi, terutama berdampak pada warna, aroma, rasa, dan tekstur produk akhir. Namun, karena Indonesia bergantung pada kedelai impor dalam beberapa tahun terakhir, stok kedelai di negara itu mulai menipis. Akibatnya, harga kedelai di pasar naik, yang mengakibatkan penurunan produksi tempe yang terbuat dari kedelai. Produksi kedelai mencapai 613.318 ton pada tahun 2021, tetapi turun menjadi 594.629 ton pada tahun 2022 dan 576.278 ton pada tahun 2024. Impor kedelai mencapai 2,27 juta ton pada tahun 2023 dan 2,67 juta ton pada tahun 2024 (Badan Pusat Statistik, 2024). Diperlukan inovasi baru untuk bahan baku tempe karena keadaan ini.

Kacang-kacangan dengan kandungan protein tinggi, seperti kacang hijau sebagai bahan utama dan biji jali-jali sebagai bahan pengganti, dapat digunakan sebagai alternatif untuk tempe. Sumber protein nabati, serat pangan, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif, kacang hijau berfungsi sebagai antioksidan dan mendukung kesehatan metabolik (Qolbi et al., 2025). Produksi kacang hijau mencapai 350.157 ton pada 2019, 316.708 ton pada 2020, 296.127 ton pada 2021, dan 282.556 ton pada 2022. Ini menunjukkan bahwa kacang hijau dapat digunakan sebagai pengganti tempe.

Namun, biji jali-jali memiliki banyak manfaat untuk kesehatan tubuh, termasuk antioksidan, anti-kanker, anti-inflamasi, anti-alergi, dan potensi untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh, mengatur fungsi endokrin, anti-obesitas, anti-diabetes, gastropeksi, hypolipidemia, dan pengendalian mikroba usus (Nasrulloh et al., 2021). Produksi biji jali-jali di Indonesia masih sangat kecil dan belum tersebar di seluruh negara. Tanaman ini hanya ditanam di area kecil di Jawa Barat, terutama di Kabupaten Sukabumi, Sumedang, Garut, dan Ciamis (Azzahra et al., 2022; Suarni et al., 2023). Jali-jali hanya ditemukan dalam skala kecil sebagai tanaman pekarangan atau tumbuh liar di daerah lain seperti Banten, Jawa Tengah, dan Jawa Timur (Juhaeti et al., 2021). Akibatnya, jali-jali termasuk ke dalam sereal minor yang sangat terbatas di pasaran dan kurang dikenal oleh masyarakat umum.

Karena keterbatasan produksi dan penyebarannya, biji jali-jali sangat langka sebagai bahan pangan. Ini bukan karena mereka tidak memiliki potensi, tetapi karena mereka tidak memiliki pengembangan dan pemanfaatan yang optimal. Namun, penelitian menunjukkan bahwa biji jali-jali memiliki potensi produksi yang cukup baik, yaitu sekitar 2,3–5 ton per hektar pada kondisi budidaya yang ideal (Azzahra et al., 2022; Suarni et al., 2023). Tidak adanya pemanfaatan dan inovasi dalam pengolahan biji jali-jali menyebabkan kelangkaan biji. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk memperkenalkan kembali biji jali-jali kepada masyarakat sebagai bahan alternatif yang dapat dikembangkan, salah satunya adalah sebagai bahan pengganti dalam pembuatan tempe kacang hijau. Diharapkan dengan menggunakan biji jali-jali sebagai pengganti akan meningkatkan nilai guna bahan pangan lokal yang kurang digunakan, dan juga akan membuka peluang untuk meningkatkan variasi produk tempe dengan bahan baku non-kedelai.

Dalam proses pembuatan tempe, penggunaan ragi sangat penting karena menentukan seberapa efektif proses fermentasi, terutama berdampak pada warna, aroma, rasa, dan tekstur produk akhir. Jumlah ragi yang digunakan dalam tempe bervariasi tergantung pada jenis bahan yang digunakan dan kondisi fermentasi, tetapi penggunaan ragi yang terlalu sedikit dapat menyebabkan fermentasi terlalu lambat dan tidak merata, sedangkan penggunaan ragi yang terlalu banyak akan mempercepat proses fermentasi secara tidak terkendali dan menurunkan kualitas produk. Oleh karena itu, untuk mendapatkan kualitas tempe terbaik, penggunaan kadar ragi sangat penting selama proses pembuatan.

Penelitian sebelumnya telah menyelidiki penggunaan biji jali-jali sebagai makanan atau sebagai pengganti untuk tempe yang terbuat dari kedelai. Karakteristik fisik dan organoleptik tempe yang diganti dengan biji jali-jali hampir sama dengan tempe kedelai normal (Nasrulloh et al., 2021). Penelitian khusus tentang bagaimana substitusi biji jali-jali dengan kacang hijau memengaruhi pembuatan tempe belum banyak. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan tentang dampak substitusi biji jali-jali terhadap sifat organoleptik tempe kacang hijau yang dihasilkan dari uji mutu hedonik dan tingkat kesukaan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah substitusi biji jali-jali dan jumlah ragi mempengaruhi mutu hedonik dan tingkat kesukaan tempe kacang hijau, termasuk warna, aroma, rasa, dan tekstur. Hipotesis penelitian adalah bahwa substitusi biji jali-jali dan jumlah ragi mempengaruhi mutu hedonik dan tingkat kesukaan tempe kacang hijau. Variabel bebas yang diteliti adalah persentase substitusi biji jali-jali. Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang menggunakan metode eksperimen dengan desain faktorial ganda 3×2. Selain itu, kuesioner untuk menguji mutu hedonik dan tingkat kesukaan diisi oleh panelis yang memiliki keterampilan semi-terlatih.

Penelitian ini diharapkan dapat membantu mengembangkan produk tempe non-kedelai berbasis pangan lokal, mengurangi ketergantungan terhadap kedelai impor, dan meningkatkan pemanfaatan kacang hijau

dan biji jali-jali sebagai bahan makanan alternatif. Selain itu, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi tentang formulasi tempe kacang hijau dengan substitusi biji jali-jali dan jumlah ragi yang memiliki karakteristik organoleptik terbaik dan dapat diterima masyarakat.

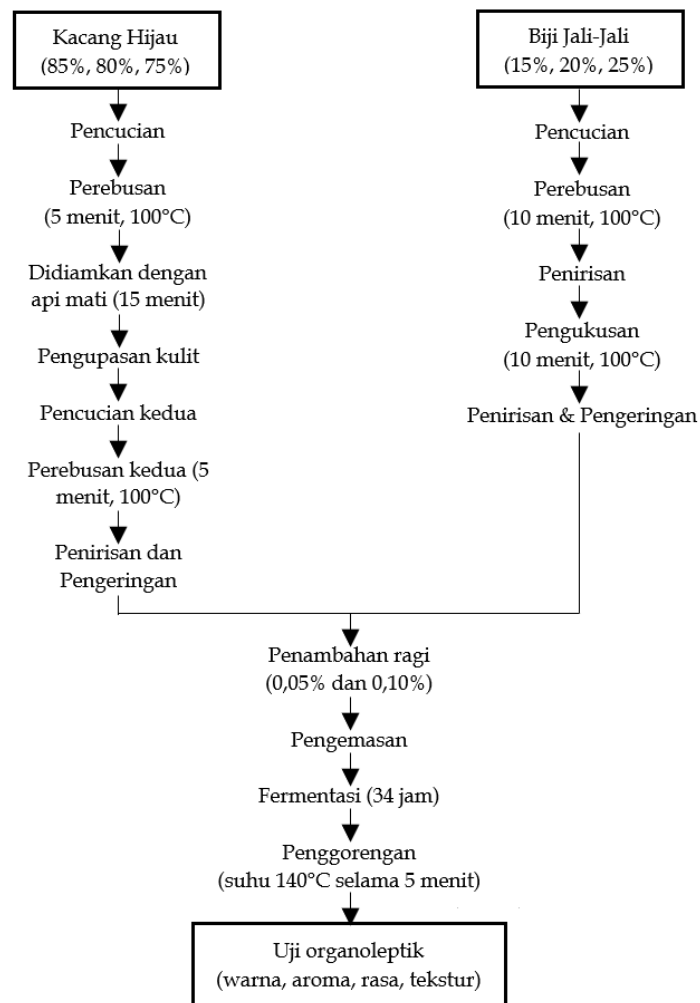
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan kacang hijau berkulit, biji jali-jali, dan ragi tempe dengan spesifikasi tertentu. Kacang hijau digunakan dari merk Superindo dengan berat 500 gram, biji jali-jali dari merk Superindo dengan berat 200 gram, dan ragi tempe dari merk Raprima dengan berat 500 gram. Setiap bahan memiliki standar pengolahan yang lebih terkontrol karena dibuat secara industri. Timbangan digital, sendok makan, piring, baskom, mangkuk kecil, panci tangkai, panci kukus, loyang bulat, kompor gas, saringan, serbet, kotak plastik, tusuk gigi, dan selotip adalah semua peralatan yang digunakan. Tabel 1 menampilkan detail komposisi bahan.

Tabel 1. Formulasi Tempe Kacang Hijau dengan Substitusi Biji Jali-Jali

Nama Bahan	Resep Dasar (Gram)	Perlakuan (Gram)					
		J1R1	J1R2	J2R1	J2R2	J3R1	J3R2
Kacang Hijau	100	85	85	80	80	75	75
Biji Jali-Jali	-	15	15	20	20	25	25
Ragi Tempe	0,05	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10

Sumber: Data diolah peneliti (2026)



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Tempe Kacang Hijau dengan Substitusi Biji Jali-Jali

Studi kuantitatif ini dilakukan menggunakan metode eksperimen desain faktorial ganda 3×2, yang melibatkan dua faktor perlakuan dan terdiri dari tiga pengulangan. Perlakuan substitusi biji jali-jali adalah

J1 (15%), J2 (20%), dan J3 (25%), serta penambahan variasi jumlah ragi tempe, yaitu R1 (0,05%) dan R2 (0,10%). Data dikumpulkan melalui kuesioner uji mutu hedonik dan tingkat kesukaan yang diberikan kepada 30 panelis yang memenuhi kriteria semi terlatih yang mencakup warna, aroma, rasa, dan tekstur tempe goreng. Mahasiswa Program Studi Pendidikan Tata Boga Universitas Negeri Surabaya, panelis mengambil kelas teknologi pangan dan evaluasi sensori, yang memberikan pemahaman dasar tentang fitur sensori dan prosedur pengujian organoleptik. Dengan demikian, panelis memenuhi kriteria semi terlatih. Panelis dipekerjakan secara sukarela dan bersedia mengikuti seluruh uji coba. Sebelum pengujian dimulai, peneliti akan memberikan arahan tentang prosedur penilaian dan bagaimana uji mutu hedonik digunakan. Uji ini akan dilakukan secara deskriptif berdasarkan karakteristik produk yang telah ditentukan oleh peneliti pada setiap parameter warna, aroma, rasa, dan tekstur. Panelis akan diminta untuk memilih tingkat kesesuaian sampel pada deskripsi yang tersedia dengan skala penilaian 4-1. Uji tingkat kesukaan dilakukan untuk mengetahui seberapa baik panelis menerima produk berdasarkan preferensi pribadi mereka. Penilaian terdiri dari elemen warna, aroma, rasa, dan tekstur dengan skala 4 poin, di mana 4 poin menunjukkan 4 sangat suka, 3 suka, 2 agak suka, dan 1 tidak suka. Skala 4 poin dipilih untuk mengurangi kecenderungan panelis untuk memberikan jawaban netral, sehingga panelis dapat memberikan penilaian yang lebih akurat terhadap karakteristik sampel dan kualitasnya. Prosedur penelitian terdiri dari tahap persiapan, pemasakan, dan penyelesaian melalui diagram alir yang tersaji pada Gambar 1.

Tahap persiapan ditunjukkan pada Gambar 1, di mana biji jali-jali, kacang hijau, dan ragi tempe ditimbang sesuai dengan takaran formulasi. Pada langkah berikutnya dalam proses pengolahan, kacang hijau harus dicuci hingga bersih dan kemudian direbus dengan panci selama lima menit pada suhu 100°C. Setelah direbus, matikan api dan panci ditutup, lalu diamkan kacang hijau selama lima belas menit agar menjadi setengah lunak dan tidak mudah hancur saat pengupasan kulit. Tiriskan kacang hijau dan siram dengan air dingin, lalu cuci kembali hingga benar-benar bersih. Timbang kembali sesuai dengan perbandingan yang digunakan, kemudian rebus kembali kacang hijau dengan suhu 100°C selama tiga menit untuk membuatnya lebih lembut. Setelah itu, tiriskan kacang hijau menggunakan saringan dan serbet hingga benar-benar kering dan mencapai suhu ruang. Setelah biji jali-jali dicuci, rebus selama sepuluh menit pada suhu 100°C, lalu ditiriskan dan dikukus selama sepuluh menit pada suhu 100°C. Setelah dikukus, letakkan di atas serbet agar benar-benar kering. Selanjutnya, timbang kembali biji jali-jali sesuai dengan perbandingan pengganti. Untuk melakukannya, gunakan mangkuk dan sendok plastik untuk mencampur kacang hijau dan biji jali-jali dengan takaran yang tepat. Diaduk selama satu menit, lalu masukkan ke dalam wadah terbuka untuk difermentasi selama 34 jam pada suhu ruangan 30–32°C. Tempe yang telah jadi dapat dipotong dengan ketebalan irisan 1,5 cm dan digoreng dengan api sedang pada suhu 140°C selama lima menit dan berwarna kuning keemasan.

Uji Two-Way ANOVA akan digunakan untuk menganalisis data hasil penelitian. Ini akan dilakukan dengan signifikansi (α) sebesar 0,05. Sebelum pengujian Two-Way ANOVA, uji normalitas Shapiro-Wilk dan uji homogenitas Levene harus dilakukan pada residual model Two-Way ANOVA. Karena ada 30 panelis, nilai rata-rata perlakuan cenderung stabil ketika dianalisis statistik. Uji Post-Hoc dengan Tukey HSD dapat dilakukan jika data homogen atau Games-Howell jika data tidak homogen untuk mengetahui apakah hasil uji Two-Way ANOVA berbeda. Uji Tukey HSD digunakan pada data yang memenuhi asumsi homogenitas varians karena mampu membandingkan seluruh pasangan rata-rata perlakuan dengan tetap mengendalikan tingkat kesalahan tipe I. Uji Games Howell digunakan pada data yang tidak memenuhi asumsi homogenitas varians karena tidak memerlukan varians yang homogen, sehingga lebih sesuai dan memberikan hasil yang lebih andal pada kondisi tersebut. Semua analisis data statistik dilakukan menggunakan program SPSS versi 27.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan uji Two-Way ANOVA pada data mutu hedonik, perlu dilakukan pengujian normalitas menggunakan Shapiro-Wilk pada data standardized residual model ANOVA dan pengujian homogenitas dengan Levene. Hasil ringkasan uji normalitas mutu hedonik dengan Shapiro-Wilk terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Ringkasan Uji Normalitas Mutu Hedonik

	Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Keterangan
Standardized Residual Warna	0,972	180	0,001	Tidak normal
Standardized Residual Aroma	0,950	180	<0,001	Tidak normal
Standardized Residual Rasa	0,938	180	<0,001	Tidak normal
Standardized Residual Tekstur	0,975	180	0,003	Tidak normal

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

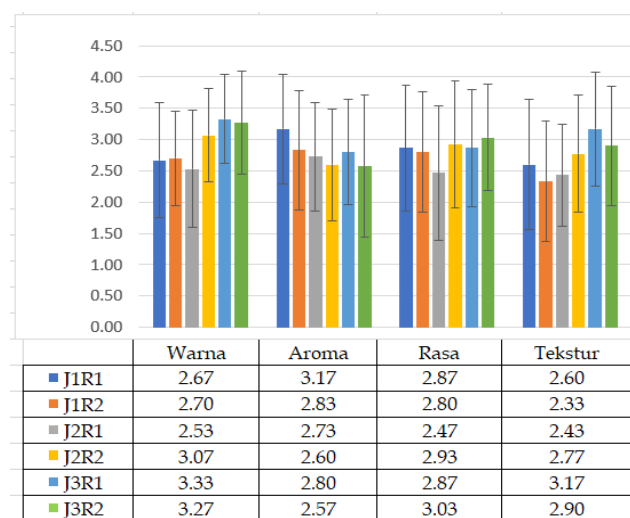
Hasil pengujian normalitas dinilai berdasarkan signifikansi atau yang disebut sebagai p-value, jika signifikansi lebih besar dari 0,05, maka data dianggap berdistribusi normal (Isnaini et al., 2025). Hasil uji normalitas pada seluruh mutu hedonik yaitu warna, aroma, rasa, dan tekstur lebih kecil dari 0,05, sehingga tidak berdistribusi normal. Meskipun data tidak berdistribusi normal, pengujian tetap menggunakan TwoWay ANOVA karena telah ditetapkan dalam rancangan penelitian dan mempertimbangkan robustitas ANOVA terhadap pelanggaran normalitas pada kondisi tertentu. Hal ini sesuai dengan Teorema Limit Tengah (Central Limit Theorem) yang menyatakan distribusi rata-rata sampel dapat dikatakan akan mendekati distribusi normal apabila ukuran sampel cukup besar meskipun data dinyatakan tidak berdistribusi normal. Secara umum ukuran sampel ≥ 30 dianggap memenuhi kondisi tersebut sehingga distribusi data dapat diasumsikan mendekati normal (McElreath, 2020). Hasil ringkasan uji homogenitas mutu hedonik dengan Levene dijabarkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Ringkasan Uji Homogenitas Mutu Hedonik

Based on Mean	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Keterangan	Uji Lanjut
Warna	2,037	5	174	0,076	Homogen	Tukey HSD
Aroma	1,653	5	174	0,148	Homogen	Tukey HSD
Rasa	1,557	5	174	0,175	Homogen	Tukey HSD
Tekstur	0,630	5	174	0,677	Homogen	Tukey HSD

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Hasil uji homogenitas didasarkan pada rata-rata. Jika p-nilai atau signifikansi lebih dari 0,05, maka varians adalah sama atau homogen, dan jika p-nilai kurang dari 0,05, maka varians adalah berbeda atau tidak homogen (Irwana & Zulkanain, 2022). Menurut Tabel 3, nilai signifikansi untuk aroma, rasa, tekstur, dan warna lebih besar dari 0,05, yang berarti homogen. Gambar 2 menunjukkan hasil rata-rata uji mutu hedonik tempe kacang hijau dengan substitusi biji jali-jali dan penambahan variasi jumlah ragi yang disajikan, yang akan digunakan untuk analisis Two-Way ANOVA karena data bersifat homogen.



Gambar 2. Rata-Rata Uji Mutu Hedonik Tempe Kacang Hijau dengan Substitusi Biji Jali-Jali dan Penambahan Variasi Jumlah Ragi

Hasil pengujian mutu hedonik menunjukkan bahwa sampel J3R1 memiliki nilai rata-rata yang tertinggi untuk warna, sedangkan nilai rata-rata yang terendah untuk J2R1. Sampel J3R1 memiliki nilai rata-rata yang tertinggi untuk aroma, sedangkan nilai rata-rata yang terendah untuk rasa. Sampel J3R1 memiliki nilai rata-rata yang tertinggi untuk tekstur, sedangkan nilai rata-rata yang terendah adalah J2R1.

Uji Two-Way ANOVA digunakan untuk mengevaluasi bagaimana penambahan jumlah ragi dan pengganti biji jali-jali berdampak pada tempe kacang hijau. Nilai F dan signifikansi adalah komponen penentu untuk menentukan apakah ada pengaruh atau perbedaan. Nilai signifikansi (p-value) menunjukkan pengaruh yang signifikan jika p-value kurang dari 0,05 dan tidak berpengaruh apabila lebih besar dari 0,05; jika nilai F besar, maka perbedaan rata-rata antar kelompok lebih besar daripada variasi dalam masing-masing kelompok; jika nilai F kecil, maka perbedaan antar kelompok tidak signifikan. Saragi dkk., 2026). Tabel 4 menunjukkan hasil uji Two-Way ANOVA pada mutu hedonik.

Tabel 4. Hasil Ringkasan Uji Two-Way ANOVA Mutu Hedonik

Parameter	Faktor	F	Sig.
Warna	Substitusi biji jali-jali	9,589	<0,001
	Ragi	1,862	0,174
	Interaksi	2,308	0,102
Aroma	Substitusi biji jali-jali	2,430	0,091
	Ragi	2,813	0,095
	Interaksi	0,172	0,842
Rasa	Substitusi biji jali-jali	0,984	0,376
	Ragi	1,683	0,196
	Interaksi	1,124	0,327
Tekstur	Substitusi biji jali-jali	5,971	0,003
	Ragi	0,227	0,635
	Interaksi	2,041	0,133

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Secara signifikan, mutu hedonik warna dipengaruhi oleh substitusi biji jali-jali. Ini sesuai dengan prinsip ANOVA nilai F besar dan nilai signifikansi di bawah 0,05 menunjukkan adanya perbedaan nyata (Saragi et al., 2026). Penambahan jumlah ragi serta interaksi tidak mempengaruhi mutu hedonik warna tempe kacang hijau secara signifikan. Dengan demikian, hanya faktor biji jali-jali yang mempengaruhi mutu hedonik warna tempe kacang hijau, sedangkan jumlah ragi dan interaksi tidak berpengaruh. Karena pengaruh faktor biji jali-jali yang signifikan terhadap mutu hedonik warna tempe kacang hijau, maka dilanjutkan uji Tukey HSD.

Tabel 5. Hasil Uji Lanjut Tukey HSD Faktor Biji Jali-Jali Mutu Hedonik Warna

Jumlah Substitusi Biji Jali-Jali	Subset		
	N	1	2
15,00	60	2,6833	
20,00	60	2,800	
25,00	60		3,3000
Sig.		0,716	1,000

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Uji lanjut Tukey HSD mutu hedonik warna menunjukkan substitusi biji jali-jali dengan mutu hedonik warna tempe kacang hijau yang paling berbeda secara signifikan adalah produk dengan perlakuan substitusi 25% karena berada di posisi subset 2, sedangkan substitusi 15% dan 20% berada di subset 1 sehingga tidak berbeda secara signifikan. Jika kelompok-kelompok berada di dalam subset yang sama, maka tidak ada perbedaan yang signifikan, sedangkan jika berada di subset yang berbeda, maka terdapat perbedaan yang signifikan pada kelompok tersebut (Sihombing & Rozi, 2025). Substitusi biji jali-jali dengan 25% memiliki hasil yang paling berbeda, dan merupakan jumlah substitusi yang tertinggi, semakin banyak substitusi biji jali-jali, maka warna tempe kacang hijau yang digoreng akan lebih coklat karena kandungan gula dan pigmen biji jali-jali ikut bereaksi saat proses penggorengan. Hal ini menunjukkan peningkatan substitusi biji jali-jali lebih mendekati hasil yang diharapkan. Warna meningkat karena terdapat reaksi Maillard yaitu reaksi non-enzimatik antara protein dan gula yang dipicu oleh panas selama penggorengan, sehingga menghasilkan pigmen coklat yang disebut melanoidins (Starowicz & Zieliński, 2019).

Substitusi biji jali-jali tidak berpengaruh signifikan terhadap mutu hedonik aroma. Penambahan jumlah ragi tidak berpengaruh signifikan terhadap mutu hedonik aroma tempe kacang hijau. Interaksi biji jali-jali dan jumlah ragi terhadap mutu hedonik aroma tidak berpengaruh secara signifikan. Dengan demikian, faktor biji jali-jali, jumlah ragi, serta interaksi tidak berpengaruh terhadap mutu hedonik aroma tempe kacang hijau. Semakin banyak penambahan substitusi biji jali-jali dan ragi maka aroma akan semakin asam (Qurnaini et al., 2021), namun dalam penelitian ini proporsinya masih terbilang kecil dari kacang hijau, sehingga asam dari biji jali-jali tidak cukup kuat untuk terlihat berbeda bagi panelis. Selain itu, proses penggorengan menghasilkan aroma yang dominan dari reaksi Maillard dan oksidasi yang menutupi aroma asam. Karena aroma dari hasil penggorengan kuat, kontribusi aroma dari biji jali-jali dan jumlah ragi menjadi relatif kecil dan tidak terdapat perbedaan aroma yang nyata di setiap sampelnya (Chang et al., 2019).

Substitusi biji jali-jali tidak berpengaruh secara signifikan terhadap mutu hedonik rasa. Penambahan jumlah ragi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap mutu hedonik rasa tempe kacang hijau. Interaksi biji jali-jali dan jumlah ragi terhadap mutu hedonik rasa tidak berpengaruh secara signifikan. Dengan demikian, faktor biji jali-jali, jumlah ragi, serta interaksi tidak berpengaruh terhadap mutu hedonik rasa tempe kacang hijau. Semakin banyak jumlah substitusi biji jali-jali dan ragi, maka rasa tempe kacang hijau

akan semakin asam. Selama proses fermentasi, biji jali-jali memecah pati menjadi gula sederhana oleh enzim amilase dari *Rhizopus* sp dan menghasilkan asam asetat, asam piruvat, dan asam laktat, sedangkan kacang hijau yang difermentasi memberikan rasa yang cenderung gurih karena adanya hidrolisis protein dan lemak oleh kapang menjadi senyawa sederhana (Qurnaini et al., 2021). Namun, karena hasilnya tidak ada perbedaan pada faktor biji jali-jali, jumlah ragi, dan interaksinya, kemungkinan terjadi karena jumlah kacang hijau lebih banyak dan mendominasi rasa, sedangkan jumlah substitusi biji jali-jali dan variasi ragi jumlahnya lebih kecil. Selain itu, proses penggorengan menyebabkan munculnya senyawa volatil yang dominan dari reaksi Maillard dan oksidasi lemak, sehingga panelis menilai rasa di setiap perlakuan tidak berbeda secara signifikan.

Substitusi biji jali-jali berpengaruh secara signifikan terhadap mutu hedonik tekstur. Penambahan jumlah ragi tidak berpengaruh signifikan terhadap mutu hedonik rasa tempe kacang hijau. Interaksi biji jali-jali dan jumlah ragi terhadap mutu hedonik rasa tidak berpengaruh secara signifikan. Dengan demikian, hanya faktor biji jali-jali saja yang berpengaruh terhadap mutu hedonik tekstur tempe kacang hijau, sedangkan jumlah ragi serta interaksi tidak berpengaruh. Karena faktor biji jali-jali berpengaruh secara signifikan terhadap mutu hedonik tekstur tempe kacang hijau, maka dilanjutkan pengujian Tukey HSD untuk mencari tahu perbedaan di antara tingkatan substitusi biji jali-jali. Hasil uji lanjut Tukey HSD faktor biji jali-jali mutu hedonik tekstur ada pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Lanjut Tukey HSD Faktor Biji Jali-Jali Mutu Hedonik Tekstur

Jumlah Substitusi Biji Jali-Jali	N	Subset	
		1	2
15,00	60	2,4667	
20,00	60	2,6000	
25,00	60		3,0333
Sig.		0,717	1,000

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Uji lanjut Tukey HSD mutu hedonik tekstur tempe kacang hijau dengan substitusi biji jali-jali yang paling berbeda secara signifikan adalah produk dengan perlakuan substitusi 25% karena berada di posisi subset 2, sedangkan substitusi 15% dan 20% berada di subset 1 sehingga tidak berbeda secara signifikan. Substitusi biji jali-jali dengan 25% memiliki hasil yang paling berbeda, dan merupakan jumlah substitusi yang tertinggi, semakin banyak substitusi biji jali-jali, maka tekstur tempe kacang hijau yang digoreng akan lebih padat dan renyah pada bagian luar, dan lembut pada bagian dalam saat dikunyah. Hal ini disebabkan karena pati dan serat biji jali lebih tinggi dibandingkan dengan kacang hijau, sehingga permukaan tempe menyerap minyak dan mengeras saat digoreng menghasilkan tekstur yang renyah pada bagian luar dan lembut pada bagian dalam. Pernyataan ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan penambahan bahan berbasis serat atau pati dalam makanan yang digoreng akan mempengaruhi karakteristik akhir produk yang digoreng. Proses penggorengan menyebabkan gelatinisasi pati dan terbentuknya kerak renyah pada permukaan makanan (Kumalasari & Budiati, 2024).

Pengujian selanjutnya dilakukan terhadap tingkat kesukaan panelis pada tempe kacang hijau dengan substitusi biji jali-jali. Hasil ringkasan uji normalitas tingkat kesukaan dengan Shapiro-Wilk terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Ringkasan Uji Normalitas Tingkat Kesukaan

	Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Keterangan
Standardized Residual Warna	0,956	180	<0,001	Tidak normal
Standardized Residual Aroma	0,947	180	<0,001	Tidak normal
Standardized Residual Rasa	0,955	180	<0,001	Tidak normal
Standardized Residual Tekstur	0,937	180	<0,003	Tidak normal

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Hasil pengujian normalitas pada seluruh tingkat kesukaan yaitu aspek warna, aroma, rasa, dan tekstur lebih kecil dari 0,05, yang berarti tidak berdistribusi normal. Meskipun data dinyatakan tidak berdistribusi normal, analisis data dapat tetap dilanjutkan dengan Two-Way ANOVA, karena distribusi rata-rata sampel dapat dinyatakan akan mendekati distribusi normal apabila ukuran sampel ≥ 30 meskipun data tidak berdistribusi normal (McElreath, 2020).

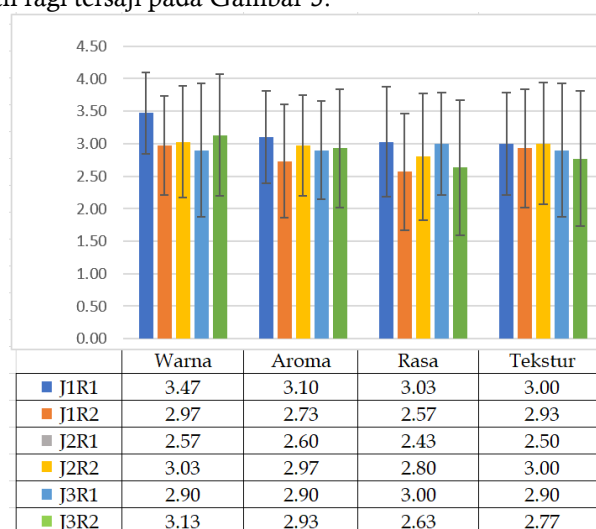
Tabel 8. Hasil Ringkasan Uji Homogenitas Tingkat Kesukaan

Based on Mean	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Keterangan	Uji Lanjut
Warna	2,668	5	174	0,024	Tidak homogen	Games-Howell
Aroma	0,406	5	174	0,844	Homogen	Tukey HSD
Rasa	1,865	5	174	0,103	Homogen	Tukey HSD
Tekstur	1,654	5	174	0,148	Homogen	Tukey HSD

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Hasil uji homogenitas pada tingkat kesukaan warna memiliki nilai signifikansi yang lebih kecil dari 0,05, sehingga tingkat kesukaan warna tidak homogen, sedangkan tingkat kesukaan aroma, rasa, dan tekstur memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, yang berarti dinyatakan homogen. Karena tingkat kesukaan warna bersifat tidak homogen, maka uji lanjut yang akan digunakan pada analisis Two-Way ANOVA adalah Games-Howell, sedangkan untuk tingkat kesukaan aroma, rasa, dan tekstur menggunakan uji Tukey HSD.

Hasil rata-rata pengujian tingkat kesukaan tempe kacang hijau dengan substitusi biji jali-jali dan penambahan variasi jumlah ragi tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Rata-Rata Uji Tingkat Kesukaan Tempe Kacang Hijau dengan Substitusi Biji Jali-Jali dan Penambahan Variasi Jumlah Ragi

Hasil dari uji tingkat kesukaan menunjukkan, bahwa parameter warna memiliki nilai rata-rata yang tertinggi pada sampel J1R1, sedangkan nilai rata-rata yang terendah adalah J2R1. Parameter aroma memiliki nilai rata-rata yang tertinggi tertinggi pada sampel J1R1, sedangkan nilai rata-rata yang terendah adalah J2R1. Parameter rasa memiliki nilai rata-rata yang tertinggi pada sampel J1R1, sedangkan nilai rata-rata yang terendah adalah J2R1. Parameter tekstur memiliki nilai rata-rata yang tertinggi pada sampel J1R1 dan J2R2, sedangkan nilai rata-rata yang terendah adalah J2R1. Hasil ringkasan uji Two-Way ANOVA pada tingkat kesukaan terdapat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil ringkasan uji Two-Way ANOVA tingkat kesukaan

Parameter	Faktor	F	Sig.
Warna	Substitusi biji jali-jali	3,749	0,025
	Ragi	0,288	0,592
	Interaksi	5,491	0,005
Aroma	Substitusi biji jali-jali	0,556	0,575
	Ragi	0,009	0,926
	Interaksi	3,161	0,045
Rasa	Substitusi biji jali-jali	0,884	0,415
	Ragi	1,302	0,255
	Interaksi	3,715	0,026
Tekstur	Substitusi biji jali-jali	0,802	0,450
	Ragi	0,504	0,479
	Interaksi	2,034	0,134

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Substitusi biji jali-jali berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kesukaan warna. Penambahan jumlah ragi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kesukaan warna tempe kacang hijau. Interaksi biji jali-jali dan jumlah ragi terhadap tingkat kesukaan warna berpengaruh secara signifikan.

Dengan demikian, faktor biji jali-jali serta interaksi biji jali-jali dan ragi berpengaruh signifikan terhadap tingkat kesukaan warna tempe kacang hijau, sedangkan faktor jumlah ragi tidak berpengaruh signifikan. Karena faktor biji jali-jali berpengaruh signifikan terhadap tingkat kesukaan warna tempe kacang hijau, maka dilanjutkan uji Games-Howell untuk mengetahui perbedaan pada tingkatan substitusi biji jali-jali. Hasil ringkasan uji lanjut Games-Howell faktor biji jali-jali tingkat kesukaan warna ada pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Ringkasan Uji Lanjut Games-Howell Faktor Biji Jali-Jali Tingkat Kesukaan Warna

Interaksi (I)	Interaksi (J)	Mean Difference (I-J)	Sig.	Keterangan
15%	20%	0,41667	0,011	Berbeda nyata
15%	25%	0,20000	0,421	Tidak berbeda nyata
20%	25%	-0,21667	0,392	Tidak berbeda nyata

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Pasangan substitusi biji jali-jali 15% dan 20% sangat berbeda; warna kacang hijau tempe lebih disukai dengan substitusi biji jali-jali 15% daripada substitusi biji jali-jali 20%. Ini sejalan dengan pernyataan bahwa nilai perbedaan rata-rata (I-J) positif, maka rata-rata I lebih besar daripada J. Selain itu, jika nilai signifikansi, atau p-value, kurang dari 0,05, maka hasilnya berbeda secara signifikan. Pasangan 15% dan 25% tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan; tingkat kesukaan warna tempe kacang hijau dengan substitusi biji jali-jali sebesar 15% lebih tinggi dan disukai panelis dibandingkan substitusi biji jali-jali 25%. Pasangan 20% dan 25% juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Hasil analisis perbedaan faktor biji jali-jali menunjukkan bahwa warna tempe kacang hijau yang paling disukai oleh panelis adalah warna cokelat keemasan dengan substitusi biji jali-jali sebesar 15%. Ini karena warna cokelat keemasan lebih cerah dan lebih familiar, sehingga panelis lebih mudah menerimanya. Ini sesuai dengan penelitian Kumalasari & Budiati (2024), yang menemukan bahwa dengan substitusi biji jali-jali sebesar 20% dan 25%, jumlah bahan yang lebih rendah cenderung menghasilkan warna yang lebih cerah karena kandungan pigmen dan senyawa polifenol. Akibatnya, pigmen dan senyawa kimia lebih bereaksi, yang menghasilkan warna yang lebih gelap dan cokelat. Reaksi Maillard yang terjadi selama proses penggorengan biji jali-jali, yang menghasilkan pigmen melanoidins, juga mempengaruhi intensitas warna ini. Tingkat kesukaan berkurang karena panelis menjadi kurang familiar dengan warna yang lebih gelap.

Interaksi antara biji jali-jali dan jumlah ragi terhadap tingkat kesukaan warna sangat signifikan, sehingga uji lanjut Games-Howell, yang merupakan uji lanjut ANOVA satu arah, harus dilakukan terlebih dahulu untuk menggabungkan analisis kedua faktor menjadi satu variabel perlakuan yang menunjukkan interaksi keduanya. Tabel 11 menunjukkan kode interaksi perlakuan.

Tabel 11. Kode Interaksi Biji Jali-Jali dan Ragi Tingkat Kesukaan Warna

Kode Interaksi	Perlakuan
J1R1 (150,05)	Biji Jali-Jali 15% + Ragi 0,05%
J1R2 (150,10)	Biji Jali-Jali 15% + Ragi 0,10%
J2R1 (200,05)	Biji Jali-Jali 20% + Ragi 0,05%
J2R2 (200,10)	Biji Jali-Jali 20% + Ragi 0,10%
J3R1 (250,05)	Biji Jali-Jali 25% + Ragi 0,05%
J3R2 (250,10)	Biji Jali-Jali 25% + Ragi 0,10%

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Setelah membuat kode interaksi, dilanjutkan uji lanjut Games-Howell, hasil ringkasan uji lanjut Games-Howell interaksi perlakuan biji jali-jali dan ragi pada tingkat kesukaan warna terdapat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Ringkasan Uji Lanjut Games-Howell Interaksi Perlakuan Biji Jali-Jali dan Ragi Pada Tingkat Kesukaan Warna

Jumlah Biji Jali-Jali (I)	Jumlah Biji Jali-Jali (J)	Mean Difference (I-J)	Sig.	Keterangan
150,05	150,10	0,50000	0,078	Tidak berbeda nyata
150,05	200,05	0,90000	<0,001	Berbeda nyata
150,05	200,10	0,43333	0,146	Tidak berbeda nyata
150,05	250,05	0,56667	0,124	Tidak berbeda nyata
150,05	250,10	0,33333	0,591	Tidak berbeda nyata
150,10	200,05	0,40000	0,409	Tidak berbeda nyata

150,10	200,10	-0,06667	0,999	Tidak berbeda nyata
150,10	250,05	0,06667	1,000	Tidak berbeda nyata
150,10	250,10	-0,16667	0,974	Tidak berbeda nyata
200,05	200,10	-0,46667	0,218	Tidak berbeda nyata
200,05	250,05	-0,33333	0,749	Tidak berbeda nyata
200,05	250,10	-0,56667	0,159	Tidak berbeda nyata
200,10	250,05	0,13333	0,992	Tidak berbeda nyata
200,10	250,10	-0,10000	0,997	Tidak berbeda nyata
250,05	250,10	-0,23333	0,940	Tidak berbeda nyata

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Hasil uji lanjut Games-Howell pada interaksi biji jali-jali dan ragi tingkat kesukaan warna menunjukkan pasangan J1R1 dan J2R1 terdapat perbedaan yang signifikan, tingkat kesukaan warna tempe kacang hijau dengan interaksi biji jali-jali dan ragi kode J1R1 lebih tinggi dan paling disukai panelis dibandingkan kode J2R1. Sementara itu, interaksi lainnya menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan karena berada di atas 0,05. Berdasarkan hasil analisis perbedaan interaksi biji jali-jali dan ragi, interaksi J1R1 menghasilkan warna tempe kacang hijau yang paling disukai oleh panelis. Hal ini disebabkan karena interaksi ini menghasilkan warna tempe goreng coklat keemasan yang lebih cerah dan seragam sehingga secara visual lebih menarik bagi panelis dibandingkan dengan interaksi yang lain. Substitusi biji jali-jali yang rendah menjaga proporsi kacang hijau sehingga warna cenderung lebih alami seperti tempe goreng umumnya, sedangkan jumlah ragi yang rendah membuat fermentasi lebih lambat sehingga adanya reaksi Maillard menjadi lebih ringan dan warna tempe goreng tidak terlalu gelap. Dugaan ini dilandasi oleh penelitian (Starowicz & Zieliński, 2019), yang menyatakan reaksi Maillard berperan penting pada warna dan tampilan makanan.

Substitusi biji jali-jali tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat kesukaan aroma. Penambahan jumlah ragi tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat kesukaan aroma tempe kacang hijau. Interaksi biji jali-jali dan jumlah ragi terhadap tingkat kesukaan aroma berpengaruh secara signifikan. Dengan demikian, faktor biji jali-jali dan ragi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kesukaan aroma tempe kacang hijau, sedangkan faktor interaksi biji jali-jali dan ragi berpengaruh signifikan. Karena faktor interaksi biji jali-jali dan ragi berpengaruh signifikan terhadap tingkat kesukaan aroma tempe kacang hijau, maka dilanjutkan pengujian Tukey HSD untuk mengetahui perbedaan interaksi biji jali-jali dan ragi. Karena Tukey HSD hanya bisa menganalisis satu faktor, maka interaksi antara biji jali-jali dan ragi harus dikombinasikan dengan kode seperti pada Tabel 11. Hasil uji lanjut Tukey HSD interaksi biji jali-jali dan ragi tingkat kesukaan aroma terdapat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Uji Lanjut Tukey HSD Interaksi Biji Jali-Jali dan Ragi Tingkat Kesukaan Aroma

Interaksi Biji Jali-Jali dan Ragi	N	Subset
		1
200,05	30	2,6000
150,10	30	2,7333
250,05	30	2,9000
250,10	30	2,9333
200,10	30	2,9667
150,05	30	3,1000
Sig.		0,155

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Uji lanjut Tukey HSD menunjukkan, bahwa tingkat kesukaan aroma tempe kacang hijau dengan interaksi biji jali-jali dan ragi tidak berbeda secara signifikan, karena semua interaksi berada di posisi subset 1, sehingga dinyatakan tidak berbeda secara signifikan. Hasil dari uji Two-Way ANOVA tingkat kesukaan aroma menunjukkan adanya perbedaan pada interaksi biji jali-jali dan ragi, namun dari hasil uji Tukey HSD menunjukkan tidak terdapat perbedaan, karena perbedaan rata-rata setiap pasangan tidak cukup besar untuk mencapai nilai signifikan. Hal ini didasari oleh pernyataan, dimana ANOVA menilai perbedaan dari keseluruhan antar grup, sehingga terdapat kelompok yang dapat dikatakan signifikan, sedangkan uji Tukey HSD hanya membandingkan setiap pasangan pada faktor secara satu-persatu, sehingga memerlukan rata-

rata setiap pasangan yang cukup besar agar hasilnya signifikan (Chen et al., 2018). Berdasarkan hasil analisis, tingkat kesukaan aroma dengan faktor interaksi biji jali-jali dan ragi tidak berbeda secara signifikan. Secara umum aroma tempe akan didominasi oleh senyawa fermentasi seperti asam, alkohol, serta volatil Maillard (Starowicz & Zieliński, 2019). Variasi jumlah biji jali-jali maupun ragi yang digunakan masih terbilang kecil untuk mengubah aroma yang dominan, sehingga panelis menilai kesukaan aroma setiap interaksi atau perlakuan hampir sama. Hal ini sesuai dengan prinsip Maillard, bahwa aroma terbentuk dari interaksi antara gula dan asam amino, perubahan yang kecil tidak akan selalu menghasilkan perbedaan sensori yang nyata (Kumalasari & Budiati, 2024).

Rasa biji jali-jali tidak banyak berubah. Faktor biji jali-jali dan ragi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kesukaan rasa tempe kacang hijau, tetapi faktor interaksi biji jali-jali dan ragi berpengaruh secara signifikan. Dengan demikian, faktor biji jali-jali dan ragi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kesukaan rasa tempe kacang hijau. Karena Tukey HSD hanya dapat melihat satu faktor, maka interaksi antara biji jali-jali dan ragi harus dikombinasikan dengan kode seperti pada Tabel 11. Hasil uji lanjutan Tukey HSD untuk interaksi biji jali-jali dan ragi ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Uji Lanjut Tukey HSD Interaksi Biji Jali-Jali dan Ragi Tingkat Kesukaan Rasa

Interaksi Biji Jali-Jali dan Ragi	N	Subset
		1
200,05	30	2,4333
150,10	30	2,5667
250,05	30	2,6333
250,10	30	2,8000
200,10	30	3,0000
150,05	30	3,0333
Sig.		0,118

Sumber: Data diolah peneliti (2026)

Uji lanjut Tukey HSD menunjukkan bahwa, karena interaksi biji jali-jali dan ragi berada di posisi subset 1, tingkat kesukaan rasa tempe kacang hijau tidak berbeda secara signifikan. Hasil uji Two-Way ANOVA menunjukkan bahwa ada perbedaan pada tingkat kesukaan rasa, tetapi hasil uji Tukey HSD menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan, karena perbedaan rata-rata antara interaksi tidak cukup besar untuk mencapai signifikansi. Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat kesukaan rasa dengan faktor interaksi biji jali-jali dan ragi tidak berubah secara signifikan. Ini mungkin karena rasa tempe dari kombinasi biji jali-jali dan ragi hampir sama antara perlakuan; senyawa rasa dominan dari reaksi Maillard tidak berubah secara signifikan. Akibatnya, tingkat kesukaan rasa dinilai seragam bagi panelis. Persepsi panelis tidak berubah cukup karena variasi perlakuan; dengan kata lain, preferensi setiap panelis cenderung stabil. Ini sejalan dengan pernyataan yang dibuat oleh Endrizzi et al. (2022) yang menyatakan bahwa tingkat kesukaan panelis tidak selalu menghasilkan perubahan yang signifikan meskipun intensitas rasa berbeda.

Substitusi biji jali-jali, jumlah ragi, dan interaksi antara biji jali-jali dan ragi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kesukaan tekstur tempe kacang hijau. Ini mungkin terjadi karena tekstur tempe sama di semua perlakuan dan panelis sulit menemukan perbedaan, sehingga penilaian kesukaan tekstur dilakukan dengan skor yang sama. Ini sesuai dengan pernyataan Endrizzi et al. (2022), yang menyatakan bahwa tingkat kesukaan panelis tidak selalu berubah meskipun terdapat perubahan kecil pada atribut sensori.

Secara umum, temuan penelitian menunjukkan bahwa nilai mutu hedonik tinggi tidak selalu diikuti oleh tingkat kesukaan yang tinggi. Mutu hedonik adalah penilaian panelis terhadap karakteristik sensori produk secara deskriptif, sedangkan tingkat kesukaan menunjukkan preferensi pribadi panelis terhadap produk tersebut. Oleh karena itu, perlakuan yang memiliki karakteristik sensori terbaik belum tentu menjadi yang terbaik. Perbedaan ini menunjukkan bahwa penerimaan pelanggan dipengaruhi oleh mutu hedonik serta preferensi dan kebiasaan konsumsi individu.

KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa substitusi biji jali-jali mempengaruhi mutu hedonik warna, tekstur, dan kesukaan warna. Interaksi antara biji jali-jali dan ragi juga mempengaruhi aroma, rasa, dan kesukaan warna, meskipun pada uji lanjut, tidak ada perbedaan yang signifikan pada parameter aroma dan rasa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan biji jali-jali dapat memengaruhi persepsi orang terhadap tempe kacang hijau sebagai alternatif makanan untuk diversifikasi. Tidak ada uji kandungan gizi dan daya simpan dalam penelitian ini, jadi penelitian lebih lanjut diperlukan untuk meneliti kandungan gizi, metode penyimpanan, dan daya simpan. Selain itu, perlu dilakukan penelitian tentang daya jual produk, serta

perlunya upaya pengembangan dan budidaya biji jali-jali secara berkelanjutan untuk meningkatkan ketersediaannya sebagai bahan pengganti untuk produk makanan, terutama tempe.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada dosen pembimbing dan dosen penguji atas bimbingan, saran, dan masukan yang mereka berikan selama proses penelitian dan selama proses penyusunan artikel. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada dosen validator, panelis, dan seluruh orang yang membantu dan mendukung penelitian ini. Studi ini tidak mendapatkan hibah atau pendanaan dari pihak eksternal.

DAFTAR REFERENSI

- Azzahra, S. A., Septiani, N. N., & Nikmah, L. (2022). The Feasibility Analysis of Hanjeli Farming (Case Study: Waluran Mandiri Village, Sukabumi District, West Java). *Jurnal Sosial Ekonomi Dan Kebijakan Pertanian*, 6(1), 367–373. <https://doi.org/10.14710/agrisocionomics.v6i2.13494>
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Chang, C., Wu, G., Zhang, H., Jin, Q., & Wang, X. (2019). Deep-fried flavor: characteristics, formation mechanisms, and influencing factors. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(9), 1496–1514. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1575792>
- Chen, T., Xu, M., Tu, J., Wang, H., & Niu, X. (2018). Relationship between Omnibus and Post-hoc Tests: An Investigation of performance of the F test in ANOVA. *Shanghai Archives of Psychiatry*, 30(1), 60–64. <https://doi.org/10.11919/j.issn.1002-0829.218014>
- Endrizzi, I., Clicerì, D., Menghi, L., Aprea, E., Charles, M., Monteleone, E., ... Gasperi, F. (2022). Relationships between Intensity and Liking for Chemosensory Stimuli in Food Models: A Large-Scale Consumer Segmentation. *Foods*, 11(1), 5. <https://doi.org/10.3390/foods11010005>
- Irwana, H., & Zulkanain, F. (2022). Pengaruh Latihan Naik Turun Bangku dengan Beban Terhadap Peningkatan Tinggi Lompatan pada Pendidikan Atlet Olahraga Bola Voli. *Jurnal Al-Qiyam*, 3(1), 1–13. <https://doi.org/10.33648/alqiyam.v3i1.161>
- Isnaini, M., Afgani, M. W., Haqqi, A., & Azhari, I. (2025). Teknik Analisis Data Uji Normalitas. *J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah*, 4(2), 1377–1384. <https://doi.org/10.56799/jceki.v4i2.7007>
- Juhaeti, T., Setyowati, N., & Gunawan, I. (2021). Pemanfaatan dan Prospek Sereal Minor Jali (*Coix lacryma-jobi* L.) dalam Pembuatan Kuliner untuk Pengembangan Usaha Industri Rumah Tangga. *VIVABIO: Jurnal Pengabdian Multidisiplin*, 3(2), 6–17. <https://doi.org/10.35799/vivabio.3.2.2021.34113>
- Kumalasari, I. D., & Budiati, R. (2024). Pengaruh Germinasi terhadap Sifat Fisiko-Kimia, Mikrobiologi, dan Organoleptik Flakes Berbahan Dasar Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) dan Tepung Kacang Kedelai (*Glycine max*. L). *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 13(99–109). <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v13i1.69487>
- McElreath, R. (2020). *Statistical rethinking: A Bayesian course with examples in R and Stan* (2nd ed.). New York: CRC Press.
- Nasrulloh, N., Amar, M. I., & Simanungkalit, S. F. (2021). Komposisi Proksimat, Serat Kasar dan Organoleptik Tempe Campuran Kedelai dan Jali-jali. *Jurnal Ilmu Pangan Dan Hasil Pertanian*, 5(1), 93–105. <https://doi.org/10.26877/jiphp.v5i1.8521>
- Pallant, J. (2020). *SPSS Survival Manual: A Step by Step Guide to Data Analysis using IBM SPSS* (7th ed.). London: Open University Press.
- Qolbi, L., Kristianto, Y., & Dwipajati, D. (2025). Penggunaan tepung kacang hijau (*Vigna radiata*) untuk modifikasi formula enteral soya tinggi kalori bagi pasien status gizi kurang. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 22(1), 27–40. <https://doi.org/10.22146/ijcn.91898>
- Qurnaini, N. R., Nasrullah, N., & Fauziah, A. (2021). Pengaruh Substitusi Biji Jali (*Coix lacryma-jobi* L.) terhadap Kandungan Lemak, Serat, Fenol, dan Sifat Organoleptik Tempe Kedelai (*Glycine max*). *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 11(30–41). <https://doi.org/10.26714/jpg.11.1.2021.30-41>
- Saragi, J. F. H., Boangmanalu, E. P. D., Sinaga, F. T. H., Bahri, N., & Marbun, A. A. S. (2026). Pengaruh Media dan Jeda Pendinginan Las SMAW terhadap Kekuatan Tarik ST37. *Teknika (Jurnal Politeknik Negeri Sriwijaya)*, 20(1), 117–128. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17732355>
- Sihombing, F., & Rozi, S. (2025). Analisis Perbandingan Produktivitas Tandan Buah Segar Menggunakan ANOVA One Way dan Uji Tukey pada Tiga Wilayah Operasional PTPN IV Regional 4. *FARABI: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(2), 353–359. <https://doi.org/10.47662/farabi.v8i2.1267>
- Soktavia, E., Nursanti, F. E., Septianasari, N., Olimfia, S., & Indahsari, S. N. (2026). Analisis Kinetika Dan

-
- Aktivitas Enzimatis Dalam Fermentasi Tempe Berbasis *Rhizopus Oligosporus*. *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*, 4(2), 237–243. <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.8521>
- Starowicz, M., & Zieliński, H. (2019). How Maillard Reaction Influences Sensorial Properties (Color, Flavor and Texture) of Food Products? *Food Reviews International*, 35(8), 707–725. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1600538>
- Suarni, Aqil, M., Andayani, N. N., Suwardi, & Efendi, R. (2023). *Hanjeli Teknologi Budidaya dan Pascapanen Menunjang Diversifikasi Pangan*. Makassar: PT. Nas Media Indonesia.