

Perbedaan Substitusi Tepung Biji Jali (*Coix-lacryma jobi L. Var. Ma-Yuen*) Terhadap Karakteristik Fisik, Kandungan Protein, dan Kesukaan pada Roti Ganjel Rel Keju

Rosalia Amanda Pratiwi, Siti Fathonah, dan Muhammad Ansori

*Program Studi Pendidikan Tata Boga, Jurusan Pendidikan Kesejahteraan Keluarga, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia*

Email: rosaliaamnd10@students.unnes.ac.id, fathonah@mail.unnes.ac.id, muhammad_ansori@mail.unnes.ac.id

Abstract. *Ganjel rel bread is a traditional Semarang specialty with a strong spice aroma. The research was conducted by modifying the raw materials to increase nutritional value and acceptability. This study aimed to determine the physical characteristics of the texture and color, protein content, and preferences for cheese ganjel rel bread. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with four substitution treatments: F0 (0% barley seed flour), F1 (10% barley seed flour), F2 (20% barley seed flour), F3 (30% barley seed flour), and the use of 15 grams of cheddar cheese in each treatment. Parameters analyzed included texture, density, color (RGB), protein content, moisture content, and hedonic test. The results showed that the highest protein content was found in treatment F2 at 6.76g, and the lowest moisture content was found in treatment F2 at 31.41%. The color test showed a tendency for a darker brown color with increasing barley seed flour concentration. While all treatments were preferred by panelists, treatment F2 was considered the most balanced in terms of color, texture, aroma, and taste. The conclusion of this study is that substitution of barley seed flour up to 20% and the use of 15 grams of cheese in each treatment can produce cheese ganjel rel bread with good physical characteristics, nutritional value, and preferences.*

Keywords: *Ganjel rel Bread, Jali Seed Flour, Cheese*

Abstrak. Roti ganjel rel merupakan salah satu makanan tradisional khas Semarang yang memiliki aroma rempah yang kuat. Penelitian dilakukan dengan memodifikasi bahan baku untuk meningkatkan nilai gizi dan daya terima. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik tekstur dan warna, kandungan protein dan kesukaan pada roti ganjel rel keju. Penelitian ini menggunakan desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan substitusi, yaitu F0 (0% tepung biji jali), F1 (10% tepung biji jali), F2 (20% tepung biji jali), F3 (30% tepung biji jali dan penggunaan keju cheddar sebanyak 15 gram pada setiap perlakuan. Parameter yang dianalisis meliputi tekstur kepadatan, warna (RGB), kandungan protein, kadar air dan uji hedonik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan protein tertinggi terdapat pada perlakuan F2 sebesar 6,76g dan kadar air terendah terdapat pada perlakuan F2 sebesar 31,41%. Uji warna menunjukkan kecenderungan warna coklat yang semakin gelap seiring peningkatan konsentrasi tepung biji jali. Tekstur menunjukkan bahwa seluruh perlakuan disukai oleh panelis, namun perlakuan F2 dinilai paling seimbang dari segi warna, tekstur, aroma dan rasa. Simpulan penelitian ini adalah substitusi tepung biji jali hingga 20% dan penggunaan keju 15 gram pada setiap perlakuan dapat menghasilkan roti ganjel rel keju dengan karakteristik yang baik secara fisik, nilai gizi dan kesukaan.

Kata Kunci: Roti Ganjel rel, Tepung Biji Jali, Keju

PENDAHULUAN

Roti ganjel rel merupakan salah satu makanan tradisional khas Kota Semarang yang telah mengalami perjalanan panjang dalam sejarah kuliner Indonesia. Pada awalnya, roti ini dikenal sebagai roti ontbijkoek, yaitu roti rempah yang diperkenalkan oleh bangsa Belanda dan hanya dikonsumsi oleh kalangan kolonial bangsawan. Ontbijkoek terbuat dari tepung gandum hitam dan gula basterd coklat yang memberikan warna coklat khas, serta penambahan rempah-rempah seperti cengkih, kayu manis, jahe, dan pala yang memperkuat cita rasa dan aroma. Seiring waktu, resep ini kemudian diadaptasi oleh masyarakat lokal menjadi roti ganjel rel, dengan mengganti tepung gandum hitam menjadi tepung gaplek dan gula basterd menjadi gula jawa. Pergantian bahan ini tidak hanya menyesuaikan dengan ketersediaan lokal, tetapi juga menurunkan biaya produksi (Sutandi & Dewi, 2024).

Namun, penggunaan tepung gaplek sebagai bahan utama menyebabkan tekstur roti menjadi sedikit bantat, dengan rasa

legit yang khas. Nama “ganjel rel” merujuk pada bentuk roti yang menyerupai bantalan rel kereta api. Di daerah Betawi, roti ini dikenal dengan nama “roti gambang” karena bentuknya menyerupai alat musik tradisional gambang keromong (Natalina et al., 2023). Dengan berkembangnya ilmu dan teknologi pangan, inovasi pada bahan baku menjadi langkah penting untuk meningkatkan mutu sensorik dan kandungan gizi dari roti ganjel rel, terutama untuk menjawab kebutuhan konsumen akan pangan yang tidak hanya enak, tetapi juga sehat dan bernilai gizi tinggi.

Salah satu permasalahan utama dalam pembuatan roti ganjel rel adalah struktur yang padat dan kering akibat ketiadaan gluten dalam bahan dasar seperti tepung galek. Gluten memiliki peran penting dalam membentuk struktur elastis dan volume pada produk bakery. Studi oleh Adzqia et al (2020) mengenai roti bebas gluten berbasis sorgum menunjukkan bahwa peningkatan kadar sorgum mengakibatkan penurunan volume dan peningkatan kepadatan adonan. Penelitian Sumardiono et al (2017) juga mengungkapkan bahwa penggunaan bahan seperti tepung galek menghasilkan roti yang keras dan sulit ditelan, sehingga diperlukan diversifikasi bahan untuk memperbaiki mutu roti ganjel rel.

Keju merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan untuk memperkaya nilai gizi dan memperbaiki mutu sensorik produk roti. Jenis keju yang sering digunakan dalam pembuatan roti adalah keju cheddar. Dalam 100 gram keju cheddar mengandung 22,8 gram protein, serta lemak, karbohidrat, dan mineral seperti kalsium, sodium dan fosfor (Adli et al., 2025). Penambahan keju dalam produk roti berfungsi tidak hanya sebagai penambah cita rasa, tetapi juga sebagai sumber protein hewani yang memperkaya nilai gizi. Di sisi lain, dalam upaya modifikasi produk berbasis lokal, diperlukan pemanfaatan sumber daya pangan lokal yang potensial dan bernilai gizi tinggi.

Biji jali (*Coix lacryma-jobi* L.) juga dikenal sebagai hanjeli, merupakan salah satu jenis sereal lokal dari famili poaceae yang memiliki kandungan gizi yang sangat baik. Biji jali mengandung protein sekitar 14 gram, karbohidrat 64 gram, dan lemak 4 gram per 100 gram, serta mineral seperti zat besi 1 mg dan energi sebesar 324 kkal (Kamilah et al., 2022). Biji jali juga memiliki kandungan serat pangan tinggi dan bebas gluten, sehingga cocok untuk individu dengan intoleransi gluten (Juhaeti et al., 2021; Qurnaini et al., 2021). Pemanfaatan biji jali dalam bentuk tepung memberikan peluang untuk dijadikan bahan substitusi produk bakery sebagai pengganti sebagian tepung terigu.

Beberapa penelitian yang telah mengevaluasi pemanfaatan tepung biji jali dalam berbagai produk olahan pangan. Irwan et al (2021) menunjukkan bahwa substitusi tepung hanjeli pada roti soft roll sebesar 10% merupakan perlakuan terbaik dari segi penerimaan konsumen. Sementara itu, Hakim et al (2023) mengamati bahwa substitusi tepung hanjeli pada kue pukis memberikan tekstur yang lebih padat dan aroma khas hanjeli yang kuat, dengan rentang optimal di angka 10% hingga 15%. Penelitian oleh Kutschera & Krasaekoopt (2012) juga mengungkapkan bahwa pada produk butter cake, formulasi terbaik ditemukan pada substitusi 20% tepung biji jali. Adapun studi oleh (Lai et al., 2025) menemukan bahwa penggunaan tepung biji jali pada steamed bun mempengaruhi pembentukan gluten dan menyebabkan penurunan volume adonan.

Dari beberapa studi tersebut, dapat disimpulkan bahwa tepung biji jali memiliki potensi untuk digunakan sebagai substitusi sebagian dari tepung terigu pada produk bakery. Namun, dibutuhkan keseimbangan formulasi untuk menjaga kualitas sensoris produk akhir. Terlebih lagi, penambahan keju sebagai bahan tinggi protein hewani dapat menjadi solusi untuk mengimbangi kemungkinan penurunan mutu tekstur akibat substitusi tepung bebas gluten.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan inovasi produk roti ganjel rel berbasis bahan lokal, yaitu tepung biji jali dan keju cheddar. Penelitian ini berfokus pada penggunaan tepung biji jali sebagai substitusi tepung terigu dengan konsentrasi 10%, 20%, dan 30% serta penggunaan keju sebanyak 15 gram pada setiap formulasi. bertujuan untuk mengkaji perbedaan substitusi tepung biji jali terhadap karakteristik fisik, kandungan protein dan kesukaan pada roti ganjel rel keju.

METODE

Jenis dan Desain Penelitian

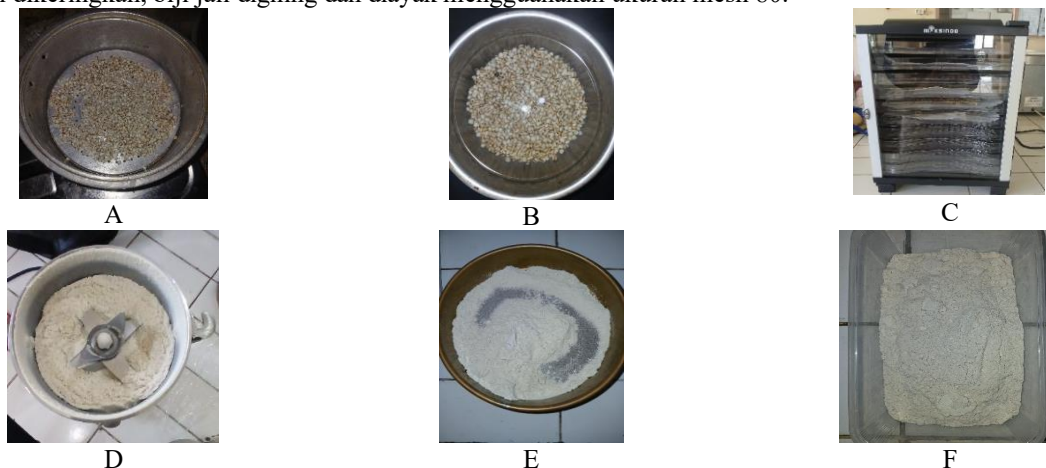
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain penelitian Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan yaitu 0%, 10%, 20% dan 30% substitusi tepung biji jali, masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak dua kali. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Tata Boga, Universitas Negeri Semarang untuk proses pembuatan dan uji sensoris produk, serta Laboratorium Saraswanti Indo Genetech (SIG) Semarang untuk uji kandungan protein dan kadar air.

Prosedur Penelitian Pembuatan Tepung Biji Jali

Untuk menghilangkan bau langu pada tepung biji jali, diperlukan perlakuan khusus dalam proses pembuatannya. Hal ini sejalan dengan penelitian Fathonah et al (2018) mengenai teknologi pengolahan tepung kacang hijau, yang menunjukkan bahwa perlakuan seperti pengukusan dan pengeringan terkontrol dapat menurunkan aroma langu pada bahan pangan berbasis biji-bijian. Mengacu pada penelitian tersebut proses pembuatan tepung sebagai berikut.

- 1) Biji jali sosok dicuci hingga air berwarna bening
- 2) Biji jali direndam selama 30 menit
- 3) Kemudian dikukus selama 30 menit dengan api kecil
- 4) Setelah melalui proses pendinginan, biji jali kukus dikeringkan menggunakan *dehydrator* selama 3 jam dengan suhu 60 derajat celcius.

5) Setelah dikeringkan, biji jali digiling dan diayak menggunakan ukuran mesh 80.



Gambar 1. Proses Pembuatan Tepung: (A) Perendaman, (B) Pengukusan, (C) Pengeringan, (D) Penggilingan, (E) Penyaringan, (F) Hasil akhir tepung

Pembuatan Roti Ganjel Rel

Pembuatan roti ganjel rel dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Bahan-bahan yang digunakan dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu bahan A (biang), bahan B (larutan gula dan rempah) dan bahan C (bahan utama).

Tahap awal dimulai dengan pembuatan biang (bahan A) yang terdiri dari tepung terigu, gula pasir, ragi instan, tepung tapioka, dan air hangat, kemudian diinkubasi hingga mengembang. Pada saat bersamaan, larutan gula dan rempah (bahan B) disiapkan dengan cara melelehkan gula aren bersama air, lalu ditambahkan bubuk kayu manis, coklat dan pekak halus.

Selanjutnya, melakukan pencampuran larutan rempah dengan tepung terigu, telur, soda kue, keju dan tepung biji jali sesuai dengan persentase perlakuan. Adonan kemudian diaduk hingga homogen menggunakan *whisker*. Setelah itu, adonan biang dicampurkan ke dalam adonan utama (bahan C) hingga tercampur rata.

Adonan yang telah homogen dituangkan ke dalam loyang dan dipanggang dalam oven yang telah dipanaskan sebelumnya pada suhu 160 derajat celsius selama 50 menit. Hasil akhir berupa roti ganjel rel kemudian didinginkan sebelum melakukan uji sensoris dan uji laboratorium.

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui dua pendekatan, yaitu uji subjektif dan uji objektif. Uji subjektif dilakukan melalui uji hedonik oleh 40 panelis tidak terlatih untuk menilai warna, rasa, aroma dan tekstur produk menggunakan skala 1 hingga 9. Sementara itu, uji objektif dilakukan di laboratorium untuk mengukur kandungan protein dengan menggunakan metode titrimetri, kadar air, karakteristik warna dan tekstur menggunakan *RGB reader* dan penetrometer. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan statistik deskriptif untuk menggambarkan rata-rata hasil penilaian secara umum. Selanjutnya, digunakan uji Kruskal-Wallis untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan signifikan antar perlakuan. Jika ditemukan perbedaan yang signifikan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan Mann-Whitney. Hasil uji hedonik divisualisasikan dalam bentuk diagram radar (*spider chart*) untuk memetakan pola preferensi panelis terhadap tiap formulasi produk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menyajikan data mengenai perbedaan karakteristik fisik, kandungan protein dan kesukaan pada roti ganjel rel keju dengan substitusi tepung biji jali pada kadar yang berbeda. Data diperoleh melalui uji tekstur, warna, uji kandungan protein dan kadar air, serta uji hedonik. Perlakuan terdiri dari perlakuan kontrol 0%, serta substitusi 10% < 20% dan 30% tepung biji jali.

Uji Tekstur

Pengujian dilakukan secara objektif menggunakan penetrometer *fruit hardness* untuk mengukur kepadatan roti ganjel rel keju dalam satuan kilogram (kg). Setiap sampel diuji dua kali, dirata-ratakan dan dilakukan dalam kondisi suhu ruang. Hasil menunjukkan bahwa nilai penetrasi tertinggi berada pada perlakuan F2, menunjukkan tekstur paling padat.

Tabel 1. Hasil Uji Tekstur

Perlakuan	Rata-Rata $\pm$ SD
F0	0,75 $\pm$ 0,000 kg
F1	0,625 $\pm$ 0,106 kg
F2	0,89 $\pm$ 0,296 kg
F3	0,825 $\pm$ 0,035 kg

Berdasarkan Tabel 1, nilai kepadatan tertinggi terdapat pada perlakuan F2 sebesar 0,89 $\pm$ 0.296 kg, menunjukkan bahwa roti cenderung lebih padat dan keras. Kepadatan ini disebabkan oleh persentase tepung biji jali yang lebih tinggi serta serat yang lebih banyak, yang menyebabkan roti menjadi lebih kering dan kurang mengembang (Nurchayani et al., 2023). Perlakuan F3 juga menunjukkan nilai kepadatan yang tinggi sebesar 0,825 $\pm$ 0,035 kg, namun sedikit lebih rendah dari F2.

Pada perlakuan F0 sebagai perlakuan kontrol, nilai kekerasan sebesar 0,75 $\pm$ 0,000 kg menunjukkan tekstur paling empuk dan konsisten karena menggunakan tepung terigu sepenuhnya, yang mengandung gluten yang mampu membentuk struktur adonan yang elastis. Perlakuan F1 dengan nilai 0,625 $\pm$ 0,106 kg menunjukkan tekstur yang paling empuk diantara seluruh perlakuan, bahkan lebih empuk dari kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi tepung biji jali 10% justru menghasilkan roti dengan tekstur yang lebih lunak dan disukai panelis, kemungkinan karena proporsi air dan protein yang tepat.

Hasil ini memperkuat temuan Mayasti et al (2021) bahwa substitusi tepung non-gluten seperti bij jali dapat menyebabkan peningkatan kepadatan tekstur pada roti jika digunakan dalam kadar yang tinggi, namun pada kadar rendah dapat membantu memperbaiki keseimbangan struktur adonan.

Tekstur yang lebih padat juga mempengaruhi persepsi konsumen terhadap keempukan produk. Panelis cenderung menyukai tekstur yang lembut, namun masih memiliki kekenyalan khas. Oleh karena itu, formulasi dengan persentase biji jali sebanyak 10% atau 20% dianggap memberikan keseimbangan terbaik pada karakteristik sensori.

Uji Warna

Pengukuran warna dilakukan menggunakan aplikasi color meter berbasis RGB. Substitusi tepung bij jali memengaruhi warna produk, semakin tinggi persentasenya maka warna roti semakin gelap.

Perlakuan	Hex Warna	Nama Warna	RGB Value
F0	#4A2E26	Coklat Tua Natural	(29%, 18%, 15%)
F1	#4B2E22	Coklat Medium Rempah	(30%, 18%, 14%)
F2	#45291F	Coklat Panggang Intens	(27%, 16%, 12%)
F3	#391D15	Coklat Gelap	(23%, 12%, 8%)

Peningkatan persentase tepung biji jali menyebabkan warna roti ganjel rel keju menjadi lebih gelap. Warna paling terang terdapat pada F0, sedangkan F3 menunjukkan warna paling gelap akibat reaksi *maillard* yang lebih intens karena kandungan protein dari tepung biji jali dan keju (Muzhahir, 2022). Reaksi *maillard* merupakan reaksi non-enzimatis yang terjadi antara gugus amino dari protein dan gugus karbonil dari gula pereduksi ketika dipanaskan, biasanya pada suhu diatas 120 derajat celcius (Starowicz & Zieliński, 2019). Reaksi ini merupakan menghasilkan senyawa berwarna coklat seperti melanoidin, serta senyawa volatil penyumbang aroma panggang khas.

Uji Statistik Nonparametrik

Uji Kruskal-Wallis

Uji kruskal-wallis digunakan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan terhadap parameter sensori. Hanya parameter tekstur kepadatan yang menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$).

Tabel 2. Hasil Uji Kruskal-Wallis

Parameter	P Value (<0,05)	Keterangan
Keseluruhan	0,339	Tidak ada perbedaan
Warna Coklat	0,561	Tidak ada perbedaan
Aroma Rempah	0,293	Tidak ada perbedaan
Aroma Tepung Biji Jali	0,681	Tidak ada perbedaan
Aroma Keju	0,270	Tidak ada perbedaan
Tekstur Kepadatan	0,040	Ada perbedaan
Rasa Rempah	0,474	Tidak ada perbedaan
Rasa Tepung Biji Jali	0,759	Tidak ada perbedaan
Rasa Keju	0,270	Tidak ada perbedaan
Rasa Manis	0,867	Tidak ada perbedaan

Berdasarkan hasil uji kruskal-wallis, hanya tekstur kepadatan yang menunjukkan bahwa tingkat substitusi tepung biji jali berpengaruh nyata terhadap kepadatan roti ganjel rel keju, sementara pada parameter lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Ini mengindikasikan bahwa secara umum, panelis dapat menerima variasi substitusi dari segi rasa, aroma, dan tampilan, namun peka terhadap perubahan tekstur.

Uji Mann-Whitney

Uji mann-whitney dilakukan untuk mengetahui pasangan perlakuan yang berbeda signifikan dalam tekstur kepadatan.

Tabel 3. Hasil Uji Mann-Whitney

Parameter	Pasangan Perlakuan	Asymp. Sig (2 Tailed)	Keterangan
Tekstur Kepadatan	F0 dengan F1	0,007	Terdapat perbedaan
	F0 dengan F2	0,037	Terdapat perbedaan
	F0 dengan F3	0,047	Terdapat perbedaan
	F1 dengan F2	0,504	Tidak terdapat perbedaan
	F1 dengan F3	0,505	Tidak terdapat perbedaan
	F2 dengan F3	0,983	Tidak terdapat perbedaan

Hasil uji Mann-Whitney menunjukkan bahwa F0 (kontrol) secara signifikan berbeda dengan ketiga perlakuan lainnya (F1, F2, dan F3), yang menandakan bahwa substitusi tepung biji jali mulai dari 10% sudah cukup untuk memengaruhi tekstur roti. Sementara itu, tidak terdapat perbedaan signifikan diantara perlakuan F1, F2, dan F3, yang menunjukkan bahwa perubahan tekstur cenderung stabil setelah terjadi substitusi dari awal kontrol.

Hal ini mendukung teori dari Nurcahyani et al (2023) bahwa penambahan tepung non gluten seperti biji jali akan mengubah karakteristik tekstur produk menjadi lebih padat, namun efeknya baru terasa signifikan saat dibandingkan dengan produk berbasis 100% tepung terigu (kontrol). Struktur gluten yang hilang menyebabkan jaringan adonan tidak mampu menangkap gas dengan baik selama pemanggangan yang pada akhirnya menghasilkan roti dengan tekstur yang lebih keras atau padat.

Dengan demikian, uji statistik nonparametrik ini menunjukkan bahwa perubahan tekstur akibat substitusi tepung biji jali terdeteksi secara nyata oleh panelis, khususnya saat dibandingkan dengan kontrol.

Uji Kesukaan

Uji kesukaan dilakukan oleh 40 panelis tidak terlatih menggunakan skala 1-9. Hasil menunjukkan semua perlakuan disukai, dengan F1 mendapatkan skor tertinggi pada sebagian besar parameter.

Tabel 4. Uji Kesukaan

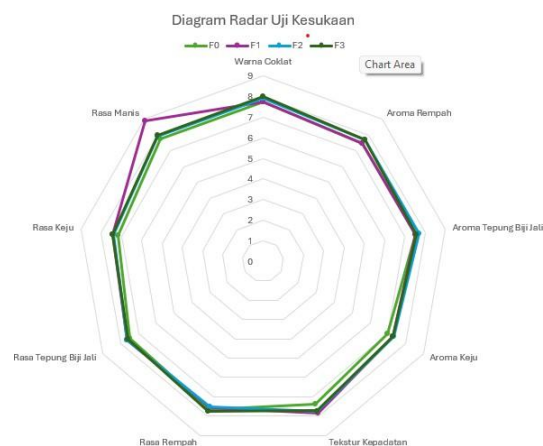
Parameter	Rata-Rata Skor $\pm$ Standar Deviasi			
	F0	F1	F2	F3
Keseluruhan	7.48 $\pm$ 1.109 ^a	7.78 $\pm$ 0.8 ^a	7.85 $\pm$ 0.802 ^a	7.8 $\pm$ 0.966 ^a
Warna Coklat	7.75 $\pm$ 0.927 ^a	7.75 $\pm$ 1.006 ^a	7.90 $\pm$ 0.778 ^a	8.0 $\pm$ 0.877 ^a
Aroma Rempah	7.48 $\pm$ 1.062 ^a	7.48 $\pm$ 0.847 ^a	7.70 $\pm$ 0.823 ^a	7.70 $\pm$ 1.137 ^a
Aroma Tepung Biji Jali	7.50 $\pm$ 0.784 ^a	7.53 $\pm$ 0.877 ^a	7.68 $\pm$ 0.764 ^a	7.55 $\pm$ 0.815 ^a
Aroma Keju	7.0 $\pm$ 1.132 ^a	7.30 $\pm$ 0.883 ^a	7.33 $\pm$ 1.095 ^a	7.30 $\pm$ 1.137 ^a
Tekstur Kepadatan	7.38 $\pm$ 0.838 ^b	7.83 $\pm$ 0.958 ^a	7.73 $\pm$ 0.877 ^a	7.73 $\pm$ 0.905 ^a
Rasa Rempah	7.65 $\pm$ 1.075 ^a	7.58 $\pm$ 0.958 ^a	7.50 $\pm$ 0.906 ^a	7.75 $\pm$ 1.032 ^a
Rasa Tepung Biji Jali	7.50 $\pm$ 0.816 ^a	7.63 $\pm$ 0.925 ^a	7.63 $\pm$ 0.774 ^a	7.60 $\pm$ 0.778 ^a
Rasa Keju	7.15 $\pm$ 0.893 ^a	7.45 $\pm$ 0.959 ^a	7.40 $\pm$ 0.982 ^a	7.43 $\pm$ 0.874 ^a
Rasa Manis	7.75 $\pm$ 1.08 ^a	8.90 $\pm$ 0.9 ^a	7.95 $\pm$ 0.714 ^a	7.98 $\pm$ 0.832 ^a
Rerata	7,46	7,72	7,66	7,68
Kriteria	Sangat suka	Sangat suka	Sangat suka	Sangat suka

Keterangan : ^a notasi huruf berarti tidak ada perbedaan nyata pada parameter ($P>0.05$);
^b notasi huruf yang menunjukkan bahwa $P<0.05$ berarti ada perbedaan nyata.

Hasil uji kesukaan menunjukkan bahwa seluruh perlakuan mendapatkan skor kesukaan diatas 7, menunjukkan bahwa produk disukai panelis. Perlakuan F1 memperoleh skor tertinggi pada tekstur dan rasa manis. Warna roti F1 juga dinilai lebih menarik karena lebih cerah dan menyerupai roti komersial. Hal ini didukung oleh teori Spence (2015) yang menyatakan bahwa warna merupakan stimulusvisual dominan yang mempengaruhi persepsi rasa.

Pada parameter aroma dan rasa, seluruh perlakuan masih menunjukkan ciri khas roti ganjel rel keju, namun pada F3 muncul aroma tepung biji jali yang lebih kuat. Tingginya persentase biji jali juga menyebabkan rasa rempah menjadi kurang menonjol. Meskipun demikian, rasa manis tetap diterima dengan baik, terutama pada perlakuan F1.

Tingginya skor kesukaan F1 dapat dijelaskan dari aspek keseimbangan multisensori. Kombinasi warna coklat rempah yang lebih cerah, tekstur yang empuk namun padat, serta rasa manis yang pas menjadikan F1 paling disukai. Selain itu, rasa gurih dari keju uyang menyatu dengan rasa manis rempah memberikan kontras rasa yang menghasilkan rasa yang lebih kompleks.



Gambar 2. Diagram Radar Uji Kesukaan

Uji Kandungan Gizi

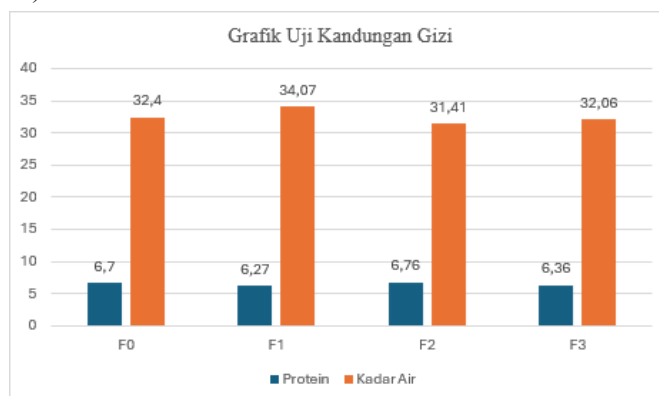
Analisis kandungan gizi pada roti ganjel rel keju dilakukan untuk mengetahui kadar protein dan kadar air pada masing-masing perlakuan substitusi tepung biji jali.

Tabel 5. Hasil Uji Laboratorium

Perlakuan	Protein (g)	Kadar Air (%)
F0	6,70 $\pm$ 0,141	32,40 $\pm$ 0,134
F1	6,27 $\pm$ 0,134	34,07 $\pm$ 0,184
F2	6,76 $\pm$ 0,155	31,41 $\pm$ 0,162
F3	6,36 $\pm$ 0,155	32,06 $\pm$ 0,198

Berdasarkan hasil uji laboratorium, kandungan protein tertinggi diperoleh pada perlakuan F2 sebesar 6,76 $\pm$ 0,155 gram per 100 gram produk. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol (F0) sebesar 6,70 $\pm$ 0,141 gram. Hal ini

menunjukkan bahwa penggunaan tepung biji jali hingga 20% berpotensi meningkatkan kadar protein dalam roti. Namun, peningkatan kandungan protein substitusi tidak selalu linier terhadap kandungan protein. Perlakuan F3 mengalami penurunan protein menjadi $6,36 \pm 0,155$ gram. Hal ini dapat disebabkan oleh tingginya densitas adonan pada F3 yang membuat panas tidak merata saat proses pemangangan. Ketidakmerataan dapat menyebabkan degradasi protein pada bagian luar roti akibat suhu tinggi (Nurcahyani et al., 2023).



Gambar 3. Grafik Kandungan Gizi

Penurunan kandungan protein pada F3 dapat disebabkan oleh denaturasi protein akibat perlakuan termal selama pemangangan. Ketika suhu pemangangan tinggi dipadukan dengan adonan berdensitas tinggi, panas sulit merata masuk ke bagian dalam roti. Akibatnya bagian luar roti dapat mengalami overheating, yang menyebabkan kerusakan struktur protein atau degradasi asam amino esensial akibat suhu tinggi.

Studi oleh Muzhahir (2022) menunjukkan bahwa padatnya adonan dengan kadar serat tinggi memperburuk konduksi panas internal, yang bisa memicu degradasi protein bagian luar produk. Komparasi dengan studi (Irwan et al., 2021) pada substitusi hanjeli 10% menunjukkan kenaikan kandungan protein moderat dan stabil, tanpa penurunan signifikan pada konsentrasi rendah. Hal ini sejalan dengan hasil F1 dan F2 pada penelitian ini, yang menunjukkan nilai protein kompetitif terhadap kontrol. Namun, penurunan seperti F3 juga pernah tercatat dalam penelitian Qurnaini et al (2021) yang menemukan bahwa substitusi hanjeli di atas 25% mulai berdampak negatif terhadap protein dan tekstur akibat kepadatan adonan.

Untuk kadar air, perlakuan F1 menunjukkan angka tertinggi yakni $34,07 \pm 0,184\%$. Sementara itu, kadar air terendah ditemukan pada F2 yaitu $31,41 \pm 0,162\%$. Seluruh perlakuan masih berada dibawah batas maksimum kadar air yang ditentukan oleh SNI 8372-2018 tentang roti manis, yaitu 40%. Oleh karena itu, produk roti ganjel rel keju memenuhi standar mutu.

Penurunan kadar air seiring peningkatan substitusi tepung biji jali dapat dikaitkan dengan kandungan serat dalam tepung biji jali yang memiliki daya serap air tinggi, sehingga lebih banyak terikat selama proses pemangangan (Nurcahyani et al., 2023). Selain itu, penggunaan keju ceddar pada setiap perlakuan turut memengaruhi kadar air karena keju mengandung sekitar 27-29% air, namun pengaruhnya tidak terlalu signifikan.

Rendahnya kadar air juga berimplikasi positif terhadap daya simpan produk, karena aktivitas air yang lebih kecil dapat memperlambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab kerusakan. Oleh karena itu, produk berpotensi lebih awet secara alami.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi tepung biji jali pada roti ganjel rel keju terhadap karakteristik fisik, kandungan protein dan kesukaan. Berdasarkan uji tekstur, terjadi perbedaan signifikan pada tingkat kepadatan. Pada perlakuan F2 menghasilkan tekstur yang paling seimbang antara empuk dan padat. Warna roti juga menunjukkan perbedaan visual yang jelas dengan semakin gelapnya warna seiring meningkatnya kadar substitusi, disebabkan oleh warna alami biji jali dan reaksi *maillard*.

Dalam aspek kesukaan, tidak terdapat perbedaan signifikan pada sebagian parameter uji berdasarkan uji statistik, perlakuan F1 dan F2 mendapatkan nilai rata-rata yang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Dari hasil uji laboratorium, perlakuan F2 menunjukkan kandungan protein tertinggi sebesar 6,76 g, sedangkan kadar air tertinggi tercatat pada perlakuan F1 sebesar 34,07%. Semua perlakuan berada pada ambang batas kadar air yang diperbolehkan menurut SNI 8372-2018.

Oleh karena itu, perlakuan F2 yaitu substitusi tepung biji jali sebanyak 20% dapat dianggap sebagai formula terbaik karena memberikan perbedaan karakteristik yang lebih baik dari segi tekstur, kandungan protein maupun kesukaan.

SARAN

1. Untuk memperbaiki tekstur yang terlalu padat pada perlakuan F2 dan F3, dapat dilakukan penyesuaian formula, seperti penambahan bahan pelunak (margarin, minyak, atau susu) atau penerapan metode fermentasi untuk meningkatkan kerapuhan adonan dan menghasilkan produk lebih empuk.
2. Untuk memperoleh kandungan protein yang lebih konsisten dan tinggi, disarankan untuk mengombinasikan tepung biji jali dengan bahan pangan tinggi protein lainnya seperti tepung kacang-kacangan yang kompatibel.

DAFTAR PUSTAKA

- Adli, M. A., Jamil, N., & Novel, A. (2025). *Analisis Preferensi Berbahan Dasar Keju Konsumen Produk Makanan*. 2(2), 1–7.
- Adzqia, F., Thongngam, M., & Suwonsichon, S. (2020). *Bread Quality as Affected by Sorghum and Breadfruit Flours as Wheat Substitutes*. September 2024.
- Fathonah, S., Rosidah, R., & Karsinah, K. (2018). Teknologi Penepungan Kacang Hijau dan Terapannya pada Biskuit. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(1), 12–21.
<https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JKT/article/view/17361/8630>
- Hakim, L., Mariani, M., & Kandriasari, A. (2023). Pengaruh Substitusi Tepung Hanjeli (Coix Lacryma Jobi L) Terhadap Kualitas Sensoris Kue Pukis. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 2(8), 1497–1509.
<https://doi.org/10.59188/jcs.v2i8.502>
- Irwan, I., Dahlia, M., & Ruslianti, R. (2021). Daya Terima Konsumen Dan Sifat Fisik Roti Soft Roll Substitusi Tepung Hanjeli (C. Lacryma-jobi L.). *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 6(3), 3921–3933.
<https://doi.org/10.33772/jstpv6i3.17301>
- Juhaeti, T., Setyowati, N., & Gunawan, I. (2021). Pemanfaatan dan Prospek Serealia Minor Jali (Coix Lacryma-Jobi L.) dalam Pembuatan Kuliner untuk Pengembangan Usaha Industri Rumah Tangga. *VIVABIO: Jurnal Pengabdian Multidisiplin*, 3(2), 6.
<https://doi.org/10.35799/vivabio.3.2.2021.34113>
- Kamilah, I. H., Fitria, M., Sulaeman, A., & Widartika, W. (2022). Cookies Tepung Kedelai Dan Tepung Jali Sebagai Makanan Selingan Ibu Hamil Hiperemesis Gravidarum Grade 1. *Jurnal Gizi Dan Dietetik*, 1(1), 35–48.
<https://doi.org/10.34011/jgd.v1i1.945>
- Kutschera, M., & Krasaekoopt, W. (2012). The Use of Job's Tear (Coix lacryma-jobi L.) Flour to Substitute Cake Flour in Butter Cake. *Au J.T*, 15(4), 233–238.
- Lai, W. F., Fang, W., Fu, T., & Obiredy, S. R. (2025). Seeds of Coix lacryma-jobi as a functional additive in steamed buns: Effects on bun quality and starch digestibility. *Lwt*, 223(October 2024), 117721.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025>
- Mayasti, N. K. I., Iwansyah, A. C., Indriati, A., Ekafitri, R., & Adriana, Y. (2021). Nutritional and physical properties of three varieties of Hanjeli (Coix lacryma-Jobi) flour for food diversification and application uses. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 733(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/733/1/012132>
- Muzhahir, Z. (2022). *Analisis pengendalian mutu pada produk roti di umkm orchid bakeshop*. 2(01), 1–8.
- Natalina, H. D., Rahmanita, M., & Wulan, S. (2023). Roti Gambang sebagai Makanan Tradisional Betawi. *Ideas: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Budaya*, 9(3), 1007.
<https://doi.org/10.32884/ideas.v9i3.1431>
- Nurchayani, P. R., Azizah, D. N., Suryadi, G. G., & Maharani, S. (2023). Pelatihan Pembuatan Bolu Biji Hanjeli Kepada Masyarakat Kawasan Geopark Ciletuh, Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Inovasi Dan Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 2(1), 31–35.
<https://doi.org/10.26714/jipmi.v2i1.88>
- Qurnaini, N. R., Nasrullah, N., & Fauziyah, A. (2021). Pengaruh Substitusi Biji Jali (Coix lacryma-jobi L .) Terhadap. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 11(01), 30–42.
- Spence, C. (2015). On the psychological impact of food colour. *Flavour*, 4(1), 1–16.
<https://doi.org/10.1186/s13411-015-0031-3>
- 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>
- Sumardiono, S., Supriyo, E., & Isti Pudjihastuti. (2017). Mocaf Meningkatkan Kelezatan Ganjel-Rel Kue Langka Dari Semarang Siswo. *Seminar Nasional 6th UNS SME's SUMMIT & Awards 2017*, 125–130.
- Sutandi, T. R., & Dewi, I. C. (2024). *Tanggapan Masyarakat Semarang Tengah Terhadap Potensi Roti Gandjelrel Sebagai Kuliner Di Luar Masa Dugderan*. 4, 2695– 27

