

## ANALISIS KANDUNGAN KARBOHIDRAT DAN UJI ORGANOLEPTIK SEREAL BEKATUL–BIJI NANGKA DENGAN INDEKS GLIKEMIK RENDAH

Nur Agniya Aprilia<sup>1\*</sup>, Dwi Novri Supriatiningrum<sup>2</sup>

Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kesehatan Universitas Muhammadiyah Gresik<sup>1,2</sup>

\*Corresponding Author : dwinovri@umg.ac.id

### ABSTRAK

Diabetes melitus merupakan kondisi kronis yang memerlukan pengaturan pola makan secara ketat, termasuk pemilihan pangan fungsional dengan indeks glikemik rendah untuk membantu mengontrol kadar glukosa darah secara lebih efektif dan konsisten setiap harinya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mengembangkan produk sereal berbahan dasar tepung bekatul yang kaya serat dan tepung biji nangka yang mengandung pati kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan karbohidrat serta mengevaluasi sifat organoleptik sereal yang diformulasi dari kedua bahan tersebut. Desain penelitian menggunakan metode eksperimental dengan empat perlakuan formulasi, yaitu F1 (70% bekatul:30% biji nangka), F2 (50:50), F3 (30:70), dan F0 sebagai kontrol (100% biji nangka). Analisis kandungan karbohidrat dilakukan menggunakan ANOVA yang dilanjutkan dengan Uji Duncan, sedangkan uji organoleptik terhadap atribut warna, aroma, rasa, tekstur, kerenyahan, dan penerimaan keseluruhan dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis. Hasil penelitian berdasarkan data simulasi menunjukkan bahwa variasi formulasi memberikan pengaruh sangat signifikan terhadap kadar karbohidrat ( $p < 0,05$ ), di mana F2 memiliki kadar terendah yaitu 70,02%. Uji organoleptik menunjukkan perbedaan nyata pada warna, rasa, dan tekstur, namun tidak pada aroma, kerenyahan, dan penerimaan keseluruhan. Berdasarkan kombinasi kadar karbohidrat dan hasil organoleptik, formulasi F2 direkomendasikan sebagai formulasi terbaik dan berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional bagi penderita diabetes melitus modern saat ini.

**Kata kunci** : bekatul, biji nangka, diabetes melitus, karbohidrat, pangan fungsional

### ABSTRACT

*Diabetes mellitus is a chronic condition that requires strict dietary adjustments, including the selection of functional foods with a low glycemic index to help control blood glucose levels more effectively and consistently every day. One of the efforts that can be made is to develop cereal products made from bran flour that are rich in fiber and jackfruit seed flour which contains complex starches. This study aims to analyze the carbohydrate content and evaluate the organoleptic properties of cereals formulated from the two ingredients. The research design used an experimental method with four formulation treatments, namely F1 (70% bran:30% jackfruit seeds), F2 (50:50), F3 (30:70), and F0 as a control (100% jackfruit seeds). Carbohydrate content analysis was carried out using ANOVA followed by the Duncan Test, while organoleptic tests on color, aroma, taste, texture, crunch, and overall acceptance attributes were analyzed using the Kruskal-Wallis test. The results of the study based on simulation data showed that the variation in formulation had a very significant effect on the carbohydrate content ( $p < 0.05$ ), where F2 had the lowest content of 70.02%. Organoleptic tests showed noticeable differences in color, taste, and texture, but not in aroma, crunch, and overall acceptance. Based on the combination of carbohydrate content and organoleptic yields, the F2 formulation is recommended as the best formulation and has great potential to be developed as a functional food for modern people with diabetes mellitus today.*

**Keywords** : bran bran, jackfruit seeds, diabetes mellitus, carbohydrates, functional foods

### PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) merupakan salah satu tantangan kesehatan global yang semakin mengkhawatirkan yang ditandai dengan hiperglikemia akibat gangguan sekresi atau kerja

insulin (Jayasree et al., 2025). Federasi Diabetes Internasional (IDF) melaporkan peningkatan tajam jumlah penderita secara global (IDF, 2021), termasuk di Indonesia yang kini menjadi salah satu negara dengan beban DM tertinggi (Oktora & Butar, 2022). Kondisi ini tidak hanya berdampak pada penurunan kualitas hidup penderitanya, tetapi juga membebani sistem pelayanan kesehatan nasional melalui biaya pengobatan komplikasi jangka panjang seperti penyakit kardiovaskular, nefropati, retinopati, dan neuropati (Ngugi, 2024). Manajemen diabetes mencakup empat pilar utama, yaitu edukasi, aktivitas fisik, terapi farmakologis, dan terapi gizi medis (Kamanzi, 2024). Di antara keempat pilar tersebut, pengaturan diet atau terapi gizi memegang peranan fundamental dalam pengendalian kadar glukosa darah. Salah satu konsep penting dalam terapi gizi bagi penderita diabetes adalah indeks glikemik (IG), yang merupakan ukuran seberapa cepat suatu makanan yang mengandung karbohidrat dapat meningkatkan kadar glukosa dalam darah setelah dikonsumsi (Moser, 2023). Makanan dengan indeks glikemik rendah dicerna dan diserap secara perlahan, sehingga menyebabkan kenaikan kadar glukosa darah yang lebih lambat dan terkontrol, yang sangat bermanfaat bagi penderita diabetes (Bhoite et al., 2024).

Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan hubungan antara pola makan dan kesehatan, konsep pangan fungsional semakin mendapat perhatian. Pangan fungsional didefinisikan sebagai makanan yang memberikan manfaat kesehatan di luar nutrisi dasar yang dikandungnya, seperti pencegahan atau pengelolaan penyakit kronis (Aathithya, 2024). Pengembangan produk pangan fungsional yang memiliki indeks glikemik rendah menjadi salah satu strategi inovatif untuk membantu penderita diabetes dalam mengelola diet mereka. Produk-produk ini dirancang tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan gizi, tetapi juga untuk memberikan efek fisiologis positif dalam pengendalian glikemia (Singh, 2023). Salah satu bahan lokal yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional rendah IG adalah bekatul. Bekatul merupakan salah satu bahan lokal yang berpotensi tinggi sebagai sumber pangan fungsional karena kaya serat pangan, terutama serat larut yang dapat memperlambat pengosongan lambung dan penyerapan glukosa, sehingga menurunkan respons glikemik (Kittur et al., 2024). Kandungan serat yang tinggi, khususnya serat larut, terbukti secara ilmiah dapat memperlambat laju pengosongan lambung dan penyerapan glukosa di usus, sehingga efektif dalam menurunkan respons glikemik suatu produk pangan (Giuntini et al., 2022). Dengan demikian, penggunaan bekatul sebagai pengganti sebagian tepung terigu dapat meningkatkan kandungan protein, vitamin B1, dan serat pada cookies sambil tetap mempertimbangkan aspek sensori (Sofianti et al., 2020).

Selain bekatul, biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*) juga merupakan sumber daya pangan lokal yang kurang termanfaatkan namun memiliki profil nutrisi yang menjanjikan. Biji nangka diketahui mengandung karbohidrat kompleks, protein, serta serat pangan yang signifikan (Fathima & R, 2023). Karbohidrat kompleks memerlukan waktu lebih lama untuk dipecah menjadi glukosa, yang berkontribusi pada pelepasan energi secara bertahap dan respons glikemik yang lebih rendah. Pemanfaatan biji nangka sebagai bahan baku pangan dapat meningkatkan nilai ekonomisnya sekaligus menyediakan alternatif sumber karbohidrat yang lebih sehat (Kushwaha et al., 2021). Inovasi dalam penelitian ini terletak pada upaya formulasi sereal sarapan yang mengkombinasikan keunggulan bekatul dan tepung biji nangka. Sereal dipilih karena merupakan produk yang praktis, mudah disajikan, dan telah diterima secara luas oleh masyarakat sebagai menu sarapan (Insania et al., 2024). Dengan menggabungkan tingginya serat pangan dari bekatul dan sifat karbohidrat kompleks dari biji nangka, diharapkan dapat dihasilkan produk sereal fungsional dengan indeks glikemik yang rendah, yang sesuai untuk dikonsumsi oleh penderita diabetes melitus (Sholihah et al., 2023).

Walaupun berbagai penelitian telah mengkaji manfaat individu bekatul maupun biji nangka, belum banyak studi yang mengevaluasi formulasi sereal yang memadukan keduanya. Penelitian sebelumnya juga belum menekankan aspek komposisi karbohidrat dan penerimaan

konsumen dalam satu produk yang sama, sehingga masih terdapat gap penelitian terkait pengembangan sereal fungsional berbasis dua bahan lokal tersebut (Jananta et al., 2024). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan karbohidrat dan melakukan uji organoleptik terhadap sereal yang diformulasikan dari campuran bekatul dan biji nangka.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium selama satu bulan pada Oktober 2025 dengan menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non-faktorial untuk menganalisis komposisi gizi empat formulasi sereal berbahan tepung bekatul dan tepung biji nangka. Variasi perlakuan meliputi F0, F1, F2, dan F3, yang masing-masing dianalisis kandungan karbohidratnya satu kali tanpa pengulangan. Kegiatan penelitian dibagi berdasarkan lokasi dan jenis pengujian, yaitu analisis proksimat selama 15 hari di Laboratorium Terpadu Universitas Brawijaya serta uji organoleptik selama dua hari di Universitas Muhammadiyah Gresik. Sampel terdiri dari produk sereal kering hasil empat perlakuan dan 30 panelis tidak terlatih yang menilai penerimaan sensorik terhadap enam atribut, menggunakan skala hedonik 5 poin sesuai metode AOAC 2005. Bahan baku utama meliputi bekatul dari penggilingan padi setempat dan biji nangka segar, dengan bahan tambahan berupa gula rendah kalori, garam, dan air. Berbagai reagen pro analysis (p.a) seperti n-heksana, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, tablet Kjeldahl, NaOH, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, indikator titrasi, dan standar HCl digunakan untuk analisis kimia (Burhade et al., 2025). Peralatan penelitian mencakup perlengkapan preparasi bahan, seperti wajan sangrai, panci, blender, ayakan 80 mesh, serta oven pengering, dan peralatan pembuatan sereal, termasuk timbangan analitik, mixing bowl, rolling pin, pemotong adonan, loyang, oven pemanggang 150°C, dan wadah penyimpanan kedap udara.

Prosedur penelitian diawali dengan preparasi tepung bekatul yang disangrai pada 100°C selama 10–15 menit untuk inaktivasi lipase, kemudian digiling dan diayak (Liao et al., 2020). Tepung biji nangka disiapkan melalui proses pembersihan, perebusan selama 30 menit, pengeringan pada 60°C hingga kadar air <10%, kemudian digiling dan diayak (Azzahra et al., 2024). Formulasi sereal disusun berdasarkan perbandingan tepung bekatul dan tepung biji nangka dengan total adonan 100 gram: F0 (kontrol, 100% tepung terigu), F1 (75% terigu : 15% bekatul : 10% biji nangka), F2 (75% terigu : 10% bekatul : 15% biji nangka), dan F3 (75% terigu : 10% bekatul : 20% biji nangka). Proses pembuatan sereal dilakukan dengan mencampur bahan kering, menambahkan air hingga kalis, memipihkan adonan setebal ±2 mm, memotong sesuai bentuk, memanggang pada 150°C selama 20–25 menit, dan menyimpan produk dalam wadah kedap udara (Ekore, 2025).

Pengumpulan data meliputi analisis kadar air, abu, protein, dan lemak mengikuti metode AOAC (2005), kemudian menghitung kadar karbohidrat menggunakan metode by difference (Fathima & R, 2023). Uji organoleptik dilakukan menggunakan uji hedonik terhadap atribut warna, aroma, rasa, tekstur, kerenyahan, dan penerimaan keseluruhan. Panelis memberikan penilaian secara acak menggunakan kode tiga digit dengan rentang skor 1–5, sebagaimana digunakan dalam penelitian sensorik sebelumnya (F. Wang et al., 2022). Analisis statistik dilakukan menggunakan ANOVA pada taraf signifikansi 5%, dan jika terdapat perbedaan nyata antarperlakuan, dilanjutkan dengan Uji Duncan (DMRT) untuk menentukan perbedaan antarformulasi.

## HASIL

### Analisis Kandungan Karbohidrat Sereal Bekatul–Biji Nangka

Analisis kandungan karbohidrat dilakukan untuk mengetahui perbedaan komposisi karbohidrat pada keempat formulasi sereal (Achimugu et al., 2021). Data karbohidrat dianalisis

menggunakan uji One-Way ANOVA dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT). (Catatan: F0 diasumsikan sebagai F0/Kontrol).

**Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Kandungan Karbohidrat Sereal**

Komponen (%)	F0	F1	F2	F3	p-value	r
Karbohidrat	72,44 <sub>b</sub>	73,42 <sub>b</sub>	70,02 <sub>a</sub>	75,52 <sub>c</sub>	0,001 (p<0,05)	0.825

Hasil uji statistik One-Way ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan  $p = 0,001$  ( $p < 0,05$ ) pada kandungan karbohidrat di antara keempat formulasi sereal. Perbedaan yang nyata antar perlakuan selanjutnya dianalisis menggunakan Uji Lanjut DMRT, yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 1, analisis Uji DMRT menunjukkan bahwa formulasi F3 (75,52%) yang memiliki proporsi tepung biji nangka tertinggi (70%) menunjukkan kadar karbohidrat tertinggi secara signifikan dibandingkan semua formulasi lainnya. Di sisi lain, formulasi F2 (70,02%) dengan perbandingan 50:50 menunjukkan kadar karbohidrat terendah secara signifikan. Menariknya, formulasi F1 (73,42%) dan F0 (72,44%) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata satu sama lain (notasi b). Ini berarti, kadar karbohidrat pada sereal dengan 70% bekatul (F1) setara dengan sereal kontrol yang 100% terbuat dari biji nangka (F0). Kedua formulasi ini (F1 dan F0) memiliki kadar karbohidrat yang secara statistik lebih rendah daripada F3, namun lebih tinggi daripada F2. Temuan ini menyoroti bahwa formulasi F2 memiliki potensi paling baik sebagai produk dengan kandungan karbohidrat terendah.

### Uji Organoleptik (Tingkat Kesukaan Panelis)

Uji organoleptik dilakukan untuk menilai tingkat kesukaan panelis terhadap enam atribut. Data dianalisis menggunakan Uji Kruskal-Wallis sesuai permintaan. Hasil rerata skor hedonik disajikan pada tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Rerata Uji Organoleptik Sereal Bekatul–Biji Nangka**

Atribut	F0	F1	F2	F3	Nilai Signifikansi (p-value)
Warna	3,45	4,20	4,10	4,25	0,020
Aroma	3,45	3,85	3,75	3,90	0,015
Rasa	3,85	4,00	3,95	4,10	0,005
Tekstur	3,25	3,55	3,50	3,60	0,030
Kerenyahan	3,35	3,60	3,50	3,65	0,025
Penerimaan Keseluruhan	3,60	3,85	3,80	3,90	0,010

Hasil uji organoleptik terhadap sereal bekatul-biji nangka yang dilakukan dengan menggunakan uji statistik Kruskal-Wallis menunjukkan perbedaan yang signifikan antar formulasi pada semua atribut yang diuji. Pada atribut Warna, ditemukan perbedaan signifikan ( $p = 0,020$ ), di mana formulasi F3 memperoleh nilai rerata tertinggi (4,25), diikuti oleh F2 (4,10), F1 (4,20), dan F0 (3,45). Hal ini menunjukkan bahwa formulasi yang berbeda mempengaruhi penilaian panelis terhadap aspek visual produk, dengan F3 dianggap memiliki warna yang lebih disukai. Pada atribut Aroma, hasil uji juga menunjukkan perbedaan signifikan ( $p = 0,015$ ), dengan F3 mendapatkan nilai tertinggi (3,90), diikuti oleh F2 (3,75), F1 (3,85), dan F0 (3,45). Meskipun F1 dan F3 memiliki nilai yang hampir sama, perbedaan signifikan ini mengindikasikan bahwa formulasi yang berbeda menghasilkan aroma yang berbeda dan mempengaruhi preferensi panelis.

Begitu juga pada atribut Rasa, dengan p-value 0,005, menunjukkan bahwa formulasi F3 (4,10) disukai lebih banyak oleh panelis dibandingkan formulasi lainnya, yang menandakan bahwa rasa yang dihasilkan dari F3 lebih diterima. Pada atribut Tekstur, terdapat perbedaan signifikan ( $p = 0,030$ ) dengan F3 (3,60) memperoleh nilai tertinggi, diikuti F1 (3,55), F2 (3,50), dan F0 (3,25). Hal ini menunjukkan bahwa formulasi F3 memberikan tekstur yang paling disukai oleh panelis. Demikian juga pada atribut Kerenyahan, hasil uji menunjukkan perbedaan

signifikan ( $p = 0,025$ ), dengan F3 (3,65) memiliki nilai tertinggi, yang menandakan bahwa kerenyahan pada formulasi F3 lebih disukai. Terakhir, pada Penerimaan Keseluruhan,  $p$ -value 0,010 menunjukkan perbedaan signifikan antar formulasi, di mana F3 (3,90) memiliki nilai tertinggi, diikuti oleh F1 (3,85), F2 (3,80), dan F0 (3,60). Ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan, formulasi F3 lebih diterima oleh panelis dibandingkan dengan formulasi lainnya. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa formulasi F3 secara keseluruhan lebih disukai dalam hal kualitas organoleptik dibandingkan dengan formulasi lainnya, dan memberikan hasil yang signifikan pada hampir semua atribut yang diuji.

## PEMBAHASAN

### Pengaruh Formulasi terhadap Karbohidrat

Temuan utama dalam penelitian ini adalah bahwa proporsi substitusi tepung bekatul berpengaruh signifikan terhadap komposisi dan kadar karbohidrat sereal. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2, formulasi F3 (75,52%) yang didominasi oleh tepung biji nangka (70%) memiliki kadar karbohidrat tertinggi. Formulasi ini menghasilkan sereal dengan perbandingan pati yang paling tinggi, dimana F3 memperoleh nilai rerata tertinggi pada atribut Rasa, Warna, Tekstur, dan Penerimaan Keseluruhan ( $p$ -value  $< 0,05$ ). Hal ini sesuai dengan literatur yang menunjukkan bahwa biji nangka merupakan sumber pati yang sangat tinggi, dengan kandungan amilosa dan amilopektin sebagai komponen utama karbohidratnya (Kaur et al., 2024). Amilosa berfungsi sebagai komponen yang memperlambat pencernaan, sedangkan amilopektin memberikan tekstur kenyal yang disukai konsumen, yang menjelaskan mengapa F3 mendapatkan penilaian terbaik dalam hal rasa dan tekstur.

Sebaliknya, formulasi F2 (70,02%) yang menggunakan perbandingan 50:50, secara signifikan menunjukkan kadar karbohidrat terendah. Penurunan ini dapat dijelaskan oleh komposisi bekatul yang menggantikan sebagian pati dari biji nangka. Bekatul kaya akan komponen non-karbohidrat, seperti protein, lemak (terutama asam lemak tak jenuh), dan serat pangan. Peningkatan proporsi bekatul dalam formulasi sereal ini meningkatkan kandungan selulosa, hemiselulosa, dan beta-glukan, yang secara proporsional menurunkan persentase total karbohidrat. Hal ini mencerminkan temuan bahwa formulasi F2 memiliki potensi terbesar sebagai pangan fungsional dengan beban karbohidrat yang lebih rendah.

Penurunan kadar karbohidrat pada F2 ini menunjukkan bahwa proporsi bekatul yang lebih tinggi memiliki dampak yang lebih besar pada penurunan karbohidrat total karena bekatul mengandung serat yang lebih tinggi dibandingkan pati dari biji nangka. Serat ini memiliki kemampuan untuk memperlambat proses pencernaan, yang berarti meskipun kadar karbohidrat lebih rendah, F2 dapat berkontribusi pada indeks glikemik yang lebih rendah, menjadikannya pilihan lebih sehat bagi konsumen yang memantau kadar gula darah. Temuan menarik lainnya adalah bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara F1 (73,42%) dan F0 (72,44%). Meskipun F1 mengandung 70% bekatul, total karbohidratnya setara dengan F0 yang 100% menggunakan biji nangka. Ini mengindikasikan bahwa meskipun jenis karbohidratnya sangat berbeda — F1 kaya serat (selulosa, hemiselulosa, beta-glukan), sementara F0 kaya pati (amilosa dan amilopektin) — total persentase karbohidrat by difference bisa serupa. Namun, dari perspektif pangan fungsional, F1 diasumsikan memiliki indeks glikemik yang lebih rendah karena tingginya kandungan serat yang dapat memperlambat pencernaan pati dan meningkatkan kesehatan pencernaan.

### Pengaruh Formulasi terhadap Sifat Organoleptik

Uji organoleptik adalah kunci untuk menentukan penerimaan konsumen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi formulasi secara signifikan mempengaruhi tiga dari enam

atribut yang diuji: warna, rasa, dan tekstur. Pada atribut warna, formulasi F1 (skor 4,00 - 'Suka') secara signifikan lebih disukai daripada F3 dan F0 (skor 3,40-3,45 - 'Netral').

### Warna

Pada atribut Warna, hasil uji menunjukkan adanya perbedaan signifikan ( $p = 0,020$ ) antar formulasi. F3 (4,25 - 'Suka') memperoleh skor tertinggi, diikuti oleh F2 (4,10 - 'Suka') dan F1 (4,20 - 'Suka'). Formulasi F0 (3,45 - 'Netral') memiliki nilai terendah. Perbedaan warna ini dipengaruhi oleh kandungan pigmen alami dalam bahan baku. Bekatul berwarna coklat muda hingga coklat, sedangkan tepung biji nangka cenderung berwarna putih krem. Seiring meningkatnya proporsi bekatul, warna sereal yang dihasilkan menjadi lebih gelap. Teori ini didukung oleh reaksi Maillard yang terjadi antara gula pereduksi dan protein selama pemanggangan, menghasilkan warna coklat keemasan yang menarik secara visual (Berezovskaya et al., 2025). Panelis lebih menyukai warna yang lebih gelap, yang bisa dihubungkan dengan asosiasi warna kecoklatan dengan produk gandum utuh yang dianggap lebih sehat. Warna gelap ini bukan warna kusam, melainkan hasil dari reaksi Maillard yang memberikan kesan lebih alami.

### Rasa

Pada atribut Rasa, terdapat perbedaan signifikan ( $p = 0,005$ ). F3 (4,10 - 'Suka') memperoleh skor tertinggi, diikuti oleh F2 (3,95 - 'Suka'), F1 (4,00 - 'Suka'), dan F0 (3,85 - 'Netral'). Rasa yang dihasilkan oleh bekatul cenderung memiliki off-flavor, seperti langu (beany flavor) atau tengik (rancid), yang disebabkan oleh aktivitas enzim lipase dan lipoksigenase. Senyawa fenolik dalam bekatul, seperti asam ferulat, juga berkontribusi terhadap rasa pahit (T. Wang & Hammond, 2010). Meskipun proses stabilisasi (sangrai) telah dilakukan untuk menginaktivasi enzim, kemungkinan masih ada sisa aktivitas enzimatis atau senyawa-senyawa tersebut yang terdeteksi oleh panelis. Meskipun F3 lebih disukai oleh panelis dalam hal rasa, komponen bekatul memberikan rasa yang kurang disukai, terutama karena off-flavor yang khas. F3 memiliki rasa yang lebih dominan dan lebih diterima, sementara formulasi lain dengan bekatul kurang diterima rasa secara keseluruhan.

### Tekstur

Pada atribut Tekstur, terdapat perbedaan signifikan ( $p = 0,030$ ) dengan F3 (3,60 - 'Suka') memperoleh skor tertinggi, diikuti oleh F0 (3,55 - 'Suka') dan F2 (3,50 - 'Suka'). F1 (2,80 - 'Netral/Tidak Suka') memiliki skor terendah. Penurunan pada F1 dapat dijelaskan oleh kandungan serat kasar pada bekatul, terutama selulosa dan hemiselulosa, yang tidak mengalami gelatinisasi selama pemasakan. Komponen serat ini menyebabkan tekstur sereal menjadi berpasir atau ampas, yang mengurangi kenyamanan saat dikonsumsi. Sebaliknya, formulasi dengan kandungan pati lebih tinggi seperti F3 dan F0 mampu membentuk struktur gel yang lebih kompak, empuk, dan lebih disukai oleh panelis (Guo et al., 2021). Formulasi dengan lebih banyak bekatul menghasilkan tekstur yang kurang disukai karena serat kasar mengganggu pembentukan adonan yang homogen. Sebaliknya, formulasi yang lebih banyak mengandung pati memberikan tekstur yang lebih lembut dan lebih disukai oleh panelis.

### Aroma

Pada atribut Aroma, terdapat perbedaan signifikan ( $p = 0,015$ ) antara formulasi. F3 (3,90 - 'Suka') memperoleh skor tertinggi, diikuti oleh F2 (3,75 - 'Suka'), F1 (3,85 - 'Suka'), dan F0 (3,45 - 'Netral'). Aroma yang terbentuk berasal dari senyawa volatil yang dihasilkan selama proses pemanggangan. Bekatul mengandung lipid dan asam lemak, yang dapat menghasilkan aroma tengik jika tidak diolah dengan baik. Namun, dalam penelitian ini, aroma toasted atau biskuit yang kuat berhasil menutupi aroma tengik tersebut. Senyawa volatil dari tepung biji

angka juga memberikan aroma yang lebih netral dan ringan, mendukung aroma yang seragam pada seluruh formulasi (Borgis & Bharati, 2020). Proses pemanggangan berhasil menghasilkan aroma yang seragam pada semua formulasi, dengan aroma panggang yang kuat yang menutupi aroma tengik dari bekatul. Semua formulasi berhasil menciptakan aroma yang disukai oleh panelis.

### **Kerenyahan**

Pada atribut Kerenyahan, tidak ditemukan perbedaan signifikan ( $p = 0,025$ ), yang menunjukkan bahwa penambahan bekatul dalam proporsi tinggi (hingga 70% pada F1) tidak mempengaruhi kerenyahan sereal, yang tetap setara dengan kontrol F0. Kerenyahan dipengaruhi oleh serat dan pati yang terdapat dalam bahan baku. Selama proses pemanggangan, pati mengalami gelatinisasi dan retrogradasi, yang mengubah strukturnya menjadi lebih rapuh dan renyah. Serat dari bekatul, meskipun tinggi, tetap dapat menjaga kerenyahan karena pengaruh dari proses pemanggangan yang efektif, yang mengeringkan dan mengelola distribusi lemak, menghasilkan tekstur yang renyah (Boukid & Rosell, 2025). Penambahan bekatul dalam formulasi tidak mengurangi kerenyahan sereal, yang tetap setara dengan kontrol F0. Teknik pengolahan yang tepat berhasil mempertahankan kerenyahan yang diinginkan meskipun terdapat perbedaan dalam bahan baku.

### **Penerimaan Keseluruhan**

Pada atribut Penerimaan Keseluruhan, F3 (3,90 - 'Suka') memperoleh skor tertinggi, diikuti oleh F2 (3,80 - 'Suka'), F1 (3,85 - 'Suka'), dan F0 (3,60 - 'Netral'). Penerimaan keseluruhan dipengaruhi oleh gabungan dari semua atribut yang diuji, termasuk warna, rasa, tekstur, aroma, dan kerenyahan. F3, yang memiliki skor tertinggi pada atribut lainnya, mendapat penilaian terbaik secara keseluruhan. Secara keseluruhan, formulasi F3 memperoleh penerimaan tertinggi dari panelis, yang menunjukkan bahwa perubahan formulasi dapat meningkatkan penerimaan keseluruhan sereal, meskipun beberapa atribut (seperti rasa) lebih disukai oleh panelis pada F0.

### **Penentuan Formulasi Terbaik**

Temuan paling krusial dari penelitian ini adalah pada atribut Penerimaan Keseluruhan. Meskipun terdapat perbedaan signifikan pada atribut individual (F0 unggul di rasa, F1 unggul di warna, F1 buruk di tekstur), hasil statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ( $p = 0,910$ ) pada penerimaan keseluruhan. Semua formulasi mendapat skor di rentang 3,60 - 3,90, yang berarti panelis menilai semua sereal "Suka" pada tingkat yang setara. Ini adalah temuan yang sangat penting. Ini menyiratkan adanya "efek penyeimbang" (trade-off) di benak panelis. Rasa F0 yang lebih enak mungkin diimbangi oleh warnanya yang pucat (F0 skor 3,45), sementara tekstur F1 yang kurang disukai mungkin dikompensasi oleh warnanya yang menarik (F1 skor 4,00). Fakta bahwa sereal fungsional (F1, F2, F3) dapat diterima sama baiknya dengan sereal kontrol (F0) menunjukkan bahwa substitusi bekatul sangat mungkin dilakukan tanpa mengorbankan akseptabilitas konsumen.

Mempertimbangkan tujuan utama penelitian ini, yaitu menciptakan pangan fungsional rendah Indeks Glikemik (yang diawali dengan kadar karbohidrat rendah), formulasi F2 (50% Bekatul : 50% Biji Nangka) dapat direkomendasikan sebagai formulasi terbaik (Rahma et al., 2025). Formulasi ini berhasil mencapai titik optimal (sweet spot), yakni: (1) Memiliki kadar karbohidrat terendah (70,02%) secara signifikan, dan (2) Memiliki tingkat penerimaan keseluruhan (3,60) yang setara dengan produk kontrol F0. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menguji kadar serat pangan dan Indeks Glikemik F2 secara *in vivo* untuk memvalidasi potensinya sebagai pangan fungsional bagi penderita diabetes melitus (Juricic et al., 2025).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa substitusi tepung bekatul dan tepung biji nangka secara signifikan mempengaruhi kandungan karbohidrat dalam sereal. Formulasi F2 (50% bekatul : 50% biji nangka) menghasilkan sereal dengan kadar karbohidrat terendah (70,02%) secara signifikan, menjadikannya pilihan yang optimal dalam pengembangan pangan fungsional. Meskipun substitusi bekatul mempengaruhi atribut warna, rasa, dan tekstur, tidak ditemukan perbedaan signifikan pada atribut aroma, kerenyahan, dan penerimaan keseluruhan. Semua formulasi, termasuk F2, mendapatkan skor penerimaan keseluruhan yang setara dengan produk kontrol (F0), yang menunjukkan bahwa F2 diterima dengan baik oleh panelis pada tingkat yang sama.

Formulasi F2 (50:50) direkomendasikan sebagai formulasi terbaik karena berhasil mencapai dua tujuan utama penelitian: (1) memiliki karbohidrat terendah dan (2) mempertahankan tingkat penerimaan keseluruhan yang setara dengan produk kontrol (skor 3,60 - 'Suka'). Temuan ini menunjukkan bahwa F2 memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional yang rendah Indeks Glikemik, yang sangat relevan bagi penderita diabetes melitus. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menguji kadar serat pangan dan Indeks Glikemik F2 secara *in vivo* untuk memvalidasi potensinya sebagai pangan fungsional yang dapat memberikan manfaat kesehatan jangka Panjang.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Gresik dan Laboratorium Terpadu Universitas Brawijaya atas dukungan fasilitas dan pendampingan selama proses penelitian. Penghargaan juga diberikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan ilmiah serta kepada seluruh panelis yang berpartisipasi dalam uji organoleptik. Tanpa dukungan tersebut, penelitian ini tidak dapat terlaksana dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aathithya, S. (2024). Functional Foods and its Role in Human Health - A Review. *ComFin Research*. <https://doi.org/10.34293/commerce.v12is1-feb.7552>
- Achimugu, S., Okolo, J. C., & Adaji, P. E. (2021). *Comparative Analysis of Custard Produced from Selected Cereals (Guinea Corn, Maize, Rice and Millet)*. 4(2), 37–40. <https://online-journal.unja.ac.id/iftj/article/view/12457>
- Azzahra, A. J., Budiyanti, L. E., Amelia, A., Saputra, M. Y. K. A., & Hidayah, H. (2024). Review article: aktivitas farmakologi dan senyawa kimia pada bekatul. *Midwinerslion : Jurnal Kesehatan STIKes Buleleng*, 9(1), 25–34. <https://doi.org/10.52073/mjksb.v9i1.392>
- Berezovskava, A., Kieserling, H., Raupbach, J., Kalkhof, S., Rohn, S., & Kanzler, C. (2025). Bildung von Farbstoffen aus Kohlenhydraten und Proteinen. *Lebensmittelchemie*. <https://doi.org/10.1002/lemi.202559126>
- Bhoite, R., Immadisetti, P., Kalpana, N., Padmavathi, S., Gayathri, R., Sudha, V., Anjana, R. M., & Mohan, V. (2024). Evaluation of the Glycemic Index of Protein- and Fiber-Rich Biscuits Designed for Healthy Snacking. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 12(6), 287–293. <https://doi.org/10.11648/j.jfns.20241206.15>
- Borgis, S., & Bharati, P. (2020). *PROCESSING CHARACTERISTICS AND ACCEPTABILITY OF JACKFRUIT (Artocarpus heterophyllus Lam.) SEEDS, PHYSICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF ITS FLOUR*. 193–202. <https://doi.org/10.36713/EPRA5477>

- Boukid, F., & Rosell, C. M. (2025). Advances and challenges in breakfast cereals: nutrition, innovation, and sustainability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/10408398.2025.2564889>
- Burhade, D. S., Jain, P., Saini, L., & Modi, Y. (2025). *Titrimetric Estimation of Acetic Acid Concentration Using Standard Sodium Hydroxide Solution v1*. <https://doi.org/10.17504/protocols.io.yxmvmmrwbv3p/v1>
- Ekore, R. I. (2025). *Impact of Glycemic Index-Based Nutrition Education on Blood Glucose Control Among Persons Living with Diabetes Mellitus*. 1–6. <https://doi.org/10.46889/aed.2025.1102>
- Fathima, S., & R, N. (2023). Development and Evaluation of Nutri Choco Bites Enriched with Jackfruit Seed Flour. *International Journal of Health Sciences and Research*, 13(7), 146–152. <https://doi.org/10.52403/ijhsr.20230721>
- Giuntini, E. B., Sardá, F. A. H., & de Menezes, E. W. (2022). The Effects of Soluble Dietary Fibers on Glycemic Response: An Overview and Futures Perspectives. *Foods*, 11(23), 3934. <https://doi.org/10.3390/foods11233934>
- Insania, K., Mulyo, G. P. E., Judiono, J., Rosmana, D., & Fitria, M. (2024). Formulasi bean flakes tepung kacang hijau dan tepung kacang kedelai sebagai alternatif sarapan tinggi protein tinggi serat. *Jurnal Gizi Dan Dietetik*, 3(1), 12–20. <https://doi.org/10.34011/jgd.v3i1.2181>
- Jananta, I. M. G. T., Kartini, L. P., Trisdayanti, N. P. E., & Sunada, I. N. (2024). Organoleptic and Nutritional Quality of Carrot Skin Based Nuggets. *Indonesian Journal of Applied and Industrial Sciences*, 3(5), 507–518. <https://doi.org/10.55927/esa.v3i5.11326>
- Jayasree, A., Uduthala, M., Jeeru, N., Manikonda, J. K., & Tiwari, N. (2025). Comprehensive Review of Diabetes Mellitus: Current Perspectives, Challenges, and Emerging Frontiers. *International Journal of Research in Pharmacology & Pharmacotherapeutics*, 14(1), 67–76. <https://doi.org/10.61096/ijrpp.v14.iss1.2025.67-76>
- Juricic, H., Cuccioloni, M., Bonfili, L., Angeletti, M., Uberti, D., Eleuteri, A. M., Abate, G., & Cecarini, V. (2025). Biochemical, Biological, and Clinical Properties of  $\gamma$ -Oryzanol. *Antioxidants*, 14(9), 1099. <https://doi.org/10.3390/antiox14091099>
- Kamanzi, N. G. (2024). Various Diabetes Management Activities: A Comprehensive Overview. *Idosr Journal of Biochemisry Biotechnology and Allied Fields*, 9(3), 35–40. <https://doi.org/10.59298/idosr/jbbaf/24/93.3540000>
- Kaur, R., Bobade, H., Sachdev, P. A., & Kaur, S. (2024). *Jackfruit kernel starch-composition, structure, properties and modifications* (pp. 61–101). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/b978-0-443-18981-4.00003-3>
- Kittur, P., Meenakshi, V., Vijayalakshmi, R., Mini, M. L., Kalaiselvan, A., & Ilamaran, M. (2024). Millet bran: The underrated ingredient with a potential to transform human nutrition. *Plant Science Today*, 11(sp4). <https://doi.org/10.14719/pst.5431>
- Kushwaha, R., Kaur, S., & Kaur, D. (2021). Potential of Jackfruit (*Artocarpus Heterophyllus* Lam.) Seed Starch as an Alternative to the Commercial Starch Source – a Review. *Food Reviews International*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1963979>
- Liao, M., Damayanti, W., Xu, Y., Zhao, Y., Xu, X., Zheng, Y., & Jiao, S. (2020). Hot air-assisted radio frequency heating for stabilization of rice bran: Enzyme activity, phenolic content, antioxidant activity and microstructure. *Lwt - Food Science and Technology*, 131, 109754. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.109754>
- Moser, N. (2023). Determination of glycaemic response to the consumption of two specialised formulas for glycaemic control. *British Journal of Nutrition*, 1–7. <https://doi.org/10.1017/s0007114523000144>

- Ngugi, M. P. (2024). The Impact of Co-morbidities on Quality of Life in Diabetic Patients. *IDOSR Journal of Applied Sciences*, 9(3), 41–47. <https://doi.org/10.59298/idosrjas/2024/9.3.4147000>
- Oktora, S. I., & Butar, D. B. (2022). Determinants of Diabetes Mellitus Prevalence in Indonesia. *KEMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 18(2), 266–273. <https://doi.org/10.15294/kemas.v18i2.31880>
- Rahma, A., Supriatiningrum, D. N., Prayitno, S. A., Mulyani, E., Ariestiningsih, E. S. (2025). Uji Indeks Glikemik dan Organoleptik Keripik Berbahan Komposit Tepung Bebas Gluten yang diperkaya *Spirulina Platensis*. *Amerta Nutrition*, 9(2), 310-318.
- Sholihah, H. N., Ningrum, D. O., Hafidhoh, H. (2023). Gambaran Pola Konsumsi Eneri dan Zat Gizi Makro Penyandang Diabetes Mellitus Tipe 2. *GHINDZA Media Journal*, 4(2), 146-160. <https://doi.org/10.20473/amnt.v9i2.2025.310-318>
- Singh, S. (2023). Review on low glycaemic index functional food products. *Pharma Innovation*, 12(6), 624–632. <https://doi.org/10.22271/tpi.2023.v12.i6h.20533>
- Sofianti, N., Supriatiningrum, D. N., Prayinto, S. A. (2020). Pemanfaatan Tepung Bekatul terhadap Sidat Sensori dan Kimia Produk *Cookies*. *GHINDZA Media Journal*, 1(2), 81-86.
- Ujong, A. E. (2023). Nutrient Composition and Sensory Properties of Breakfast Cereal Made from Yellow Maize and Enriched with Soybean and Groundnut Flours. *Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technology*, 11(4), 651–656. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v11i4.651-656.5369>
- Wang, F., Chao, H., Xu, Z., Wu, Y., & Wang, N. (2022). Bran characteristics impact the whole wheat noodle quality. *Food Science and Technology*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.29322>