

ANALISIS KOMPOSISI KIMIA SEREAL BERBASIS TEPUNG BEKATUL DAN BIJI NANGKA SEBAGAI PANGAN FUNGSIONAL

Rahma Lisana Lathifah¹, Dwi Novri Supriatiningrum²
¹⁻²Ilmu Gizi, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jawa Timur
Email: dwinovri@umg.ac.id

ABSTRAK

Pemanfaatan bekatul dan biji nangka sebagai hasil samping agrikultur di Indonesia masih terbatas, meskipun keduanya kaya gizi dan berpotensi sebagai bahan baku pangan fungsional. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak substitusi tepung komposit bekatul-biji nangka pada berbagai proporsi terhadap komposisi kimia (kadar protein, lemak, air, abu) produk sereal. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu perbedaan proporsi tepung komposit. Terdapat empat taraf substitusi bekatul yang diuji: F0 (kontrol 0%), F3 (30%), F2 (50%), dan F1 (70%). Analisis komposisi kimia dilakukan untuk setiap formulasi dan data dianalisis menggunakan ANOVA satu arah One-Way ANOVA pada taraf signifikansi 5%, dilanjutkan dengan uji Post-Hoc Tukey HSD. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa substitusi tepung komposit memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0.05$) terhadap seluruh parameter komposisi kimia yang diuji. Formulasi F1 (70% bekatul) menunjukkan nilai gizi paling unggul, mencatat kadar protein tertinggi (10.13%) dan kadar abu tertinggi (1.83%) secara signifikan. Tren ini sejalan dengan tingginya kandungan protein dan mineral pada bekatul. Sebaliknya, formulasi kontrol F0 menunjukkan kadar protein (8.74%) dan abu (0.77%) terendah. Menariknya, pada kadar lemak, F0 justru menunjukkan nilai tertinggi (12.23%), sedangkan F1 memiliki nilai terendah (10.48%). Kadar air bervariasi signifikan, dengan F3 (2.63%) sebagai yang terendah. Secara keseluruhan, Formulasi F1 memiliki potensi terbesar sebagai sereal pangan fungsional karena unggul signifikan dalam kandungan protein dan mineral.

Kata Kunci : Bekatul, Biji Nangka, Substitusi, Komposisi Kimia, Pangan Fungsional, Sereal

ABSTRACT

The use of bran and jackfruit seeds as a by-product of agriculture in Indonesia is still limited, although both are rich in nutrients and have the potential to be functional food raw materials. This study aims to evaluate the impact of substitution of bran-jackfruit seed composite flour in various proportions on the chemical composition (protein content, fat, water, ash) of cereal products. This study uses an experimental method with a Single Factor Random Design (RAL), namely the difference in the proportion of composite flour. There were four levels of bran substitution tested: F0 (0% control), F3 (30%), F2 (50%), and F1 (70%). Chemical composition analysis was carried out for each formulation and data were analyzed using one-way ANOVA One-Way ANOVA at a significance level of 5%, followed by the Post-Hoc Tukey HSD test. The results of ANOVA showed that composite flour substitution exerted a very pronounced effect ($p < 0.05$) on all the parameters of the chemical composition tested. The F1 formulation (70%

bran) showed the most superior nutritional value, recording the highest protein content (10.13%) and the highest ash content (1.83%) significantly. This trend is in line with the high protein and mineral content in bran. In contrast, the F0 control formulation showed the lowest levels of protein (8.74%) and ash (0.77%). Interestingly, in the fat content, F0 actually showed the highest value (12.23%), while F1 had the lowest value (10.48%). The moisture content varied significantly, with F3 (2.63%) being the lowest. Carb content (calculated by difference) also differed markedly, with F3 (75.52%) recording the highest value. Overall, F1 formulations have the greatest potential as a functional food cereal due to its significant superiority in protein and mineral content.

Keywords : Bran, Jackfruit Seeds, Substitution, Chemical Composition, Functional Food

LATAR BELAKANG

Dinamika kesehatan masyarakat di tingkat global maupun nasional terus menunjukkan pergeseran yang signifikan. Dunia saat ini menghadapi fenomena transisi epidemiologi, di mana beban penyakit bergeser dari penyakit menular (infeksi) ke penyakit tidak menular (PTM) atau penyakit degeneratif [1] Data *World Health Organization* (WHO) secara konsisten menempatkan penyakit kardiovaskular, kanker, diabetes melitus, dan penyakit pernapasan kronis sebagai penyebab utama kematian di seluruh dunia. Di Indonesia, situasi ini diperumit dengan adanya beban ganda masalah gizi (*double burden of malnutrition*), di mana kasus kekurangan gizi (stunting) masih tinggi, sementara prevalensi kelebihan berat badan dan obesitas (sebagai faktor risiko utama PTM) juga terus meningkat [2]

Faktor risiko utama dari eskalasi PTM ini adalah gaya hidup yang tidak sehat, terutama pola konsumsi pangan yang tidak seimbang, tinggi kalori, gula, garam, dan lemak jenuh, namun rendah serat. Kesadaran akan korelasi kuat antara diet dan kesehatan ini telah mendorong perubahan paradigma dari pendekatan kuratif menjadi preventif [3]. Pangan fungsional didefinisikan sebagai pangan yang secara alamiah maupun melalui pemrosesan, mengandung satu atau lebih komponen bioaktif yang memiliki fungsi fisiologis tertentu bagi tubuh, memberikan manfaat kesehatan di luar nilai gizi dasarnya [4]. Komponen ini dapat berupa serat pangan, antioksidan (seperti fitokimia, tokoferol), asam lemak esensial, prebiotik, dan probiotik.

Dalam konteks Indonesia, negara dengan kekayaan agraris dan biodiversitas yang luar biasa, terdapat potensi besar untuk mengembangkan pangan fungsional berbasis sumber daya lokal. Hal ini sejalan dengan program pemerintah yang menggalakkan ketahanan pangan dan diversifikasi pangan, yang bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada komoditas impor dan mengoptimalkan pemanfaatan pangan lokal [5]. Ironisnya, sebagian besar hasil samping industri pertanian yang bernilai gizi tinggi justru masih terbuang sebagai limbah atau hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak.

Penerapan konsep *zero waste* atau minimasi limbah dalam industri pangan menjadi krusial, tidak hanya untuk alasan ekonomi tetapi juga untuk keberlanjutan lingkungan dan ketahanan pangan. Optimalisasi pemanfaatan hasil samping (limbah) menjadi produk pangan bernilai tambah (*upcycled food*) merupakan strategi yang sangat prospektif [6]. Dua di antara hasil samping agrikultur di Indonesia yang memiliki potensi besar namun belum tergarap maksimal (*underutilized*) adalah bekatul (rice bran) dan biji nangka (jackfruit seed).

Bekatul, lapisan terluar dari beras pecah kulit, merupakan hasil samping utama dari proses penggilingan padi yang produksinya di Indonesia mencapai jutaan ton per tahun. Selama ini, tantangan utama pemanfaatannya adalah tingginya aktivitas enzim lipase yang cepat menyebabkan ketengikan (oksidasi lemak) [7]. Namun, dengan teknologi stabilisasi yang tepat (misalnya, pemanasan), bekatul dapat menjadi bahan pangan fungsional yang superior. Bekatul diketahui sebagai sumber serat pangan yang sangat tinggi, vitamin B kompleks, serta komponen bioaktif unik seperti tokoferol, tokotrienol, dan *gamma-oryzanol* [8]. Berbagai studi klinis telah membuktikan kemampuan *gamma-oryzanol* sebagai antioksidan kuat, anti-inflamasi, dan agen penurun kolesterol (hipokolesterolemik) [9].

Di sisi lain, biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*) merupakan limbah pangan yang umum ditemui setelah konsumsi daging buahnya. Biji nangka diketahui memiliki kandungan karbohidrat (pati) yang tinggi (sekitar 70-80% berat kering) yang setara dengan sereal, serta kandungan protein yang cukup baik (sekitar 10-15%) [4]. Tepung biji nangka memiliki karakteristik teknofungsional yang baik, seperti kapasitas menahan air (*water holding capacity*) dan sifat gelatinisasi yang membuatnya potensial sebagai bahan pengikat, pengental, atau pembentuk struktur dalam formulasi produk pangan olahan.

Sinergi antara kedua bahan ini sangat menjanjikan. Penggunaan tepung bekatul saja seringkali terkendala oleh rasa dan tekstur (terlalu banyak serat dan lemak), sementara tepung biji nangka saja cenderung

rendah serat fungsional [10]. Formulasi keduanya sebagai "tepung komposit" diharapkan dapat menciptakan produk baru yang tidak hanya unggul secara nutrisi (tinggi serat fungsional dan antioksidan dari bekatul, serta tinggi protein dan energi dari biji nangka), tetapi juga memiliki sifat sensoris dan tekstur yang dapat diterima oleh konsumen.

Salah satu bentuk produk yang paling ideal untuk aplikasi tepung komposit ini adalah sereal. Sereal sarapan merupakan produk pangan praktis yang sangat populer dan diterima oleh berbagai kalangan usia, mulai dari anak-anak hingga dewasa, sejalan dengan gaya hidup modern yang menuntut kepraktisan [11]. Sereal dapat berfungsi sebagai vehikulum (pembawa) yang efektif untuk mengantarkan komponen-komponen fungsional dari bekatul dan biji nangka ke dalam diet harian konsumen.

Pengembangan produk pangan baru, terutama yang berbasis bahan *underutilized* (belum termanfaatkan optimal), wajib diiringi dengan jaminan mutu dan keamanan yang memadai. Analisis komposisi kimia dasar merupakan fondasi pertama dalam karakterisasi bahan pangan. Di Indonesia, standar mutu produk pangan diatur secara legal melalui Standar Nasional Indonesia (SNI). Untuk produk sereal, SNI 01-4270-1996 menetapkan batasan mutu yang ketat untuk menjamin keamanan dan kualitas produk di pasar. Kepatuhan terhadap batas-batas SNI ini menjadi esensial tidak hanya untuk legalitas komersial, tetapi juga untuk menjamin keamanan, kualitas, dan kesesuaian klaim gizi produk baru [12]

Meskipun penelitian mengenai karakteristik bekatul [13] dan biji nangka [14] secara terpisah telah banyak dilakukan, terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) yang signifikan. Studi yang mengkaji formulasi *kombinasi* kedua tepung ini menjadi produk sereal masih sangat terbatas. Lebih lanjut, belum ada data komprehensif yang menganalisis komposisi proksimat produk sereal inovatif ini dan mengevaluasi kesesuaiannya secara langsung terhadap standar mutu yang telah ditetapkan oleh SNI [15].

Oleh karena itu, penelitian ini menjadi sangat penting dan relevan untuk dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis komposisi kimia yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak pada produk sereal yang diformulasi berbasis tepung bekatul dan tepung biji nangka, serta membandingkan hasilnya dengan standar mutu SNI. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah dan data empiris mengenai kelayakan produk sereal inovatif ini sebagai alternatif pangan fungsional yang bergizi, aman, dan berstandar mutu nasional.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan, yaitu pada bulan Oktober 2025. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan pendekatan kuantitatif. Desain penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu perbedaan proporsi formulasi tepung komposit (bekatul dan biji nangka) dalam pembuatan sereal. Terdapat empat level perlakuan (F1, F2, F3, dan F0) yang diuji [15]. Analisis komposisi kimia (kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak) dilakukan sebanyak satu kali pengulangan untuk setiap formulasi.

Alat dan Bahan

Bahan baku yang digunakan meliputi bekatul segar dan biji nangka matang. Bahan tambahan untuk formulasi sereal adalah gula, garam, dan air. Bahan kimia untuk analisis laboratorium meliputi H_2SO_4 pekat, katalisator (tablet Kjeldahl), NaOH 40%, larutan asam penampung destilat H_3BO_3 , indikator titrasi, larutan standar HCl , dan pelarut n-heksana (pro analysis).

Peralatan yang digunakan untuk preparasi bahan baku dan pembuatan sereal terdiri dari wajan sangrai, oven pengering, blender, ayakan 80 mesh, panci rebus, pisau, timbangan analitik, *mixer* (pencampur adonan), alat pemipih/pencetak, loyang, oven pemanggang,

dan kemasan kedap udara. Peralatan untuk analisis kimia meliputi cawan porselen, oven laboratorium (105°C), tanur (muffle furnace), desikator, set alat Kjeldahl (unit destruksi, destilasi, dan buret), serta set alat ekstraksi Soxhlet (labu lemak, ekstraktor, pendingin).

Prosedur Penelitian

1. Preparasi Bahan Baku

a) Tepung Bekatul: Bekatul segar yang diperoleh segera distabilisasi untuk menginaktivasi enzim lipase penyebab ketengikan. Stabilisasi dilakukan dengan metode penyangraian kering pada suhu 100°C selama 10-15 menit. Bekatul stabil kemudian dikeringkan dalam oven (60°C, 24 jam), didinginkan, digiling, dan diayak hingga lolos ayakan 80 mesh.

b) Tepung Biji Nangka: Biji nangka disortasi, dicuci bersih, dan direbus selama 30 menit untuk memudahkan pengupasan kulit ari. Biji yang telah bersih dirajang tipis, dikeringkan dalam oven kabinet 60-70°C hingga kadar air <10%. Rajangan kering digiling dan diayak hingga lolos ayakan 80 mesh.

2. Formulasi dan Pembuatan Sereal Dibuat beberapa formulasi sereal dengan perbandingan total tepung komposit (Bekatul:Biji Nangka) yang berbeda, dengan total bahan lainnya dijaga konstan. Sebagai contoh:

a) F0 (Kontrol): Tepung terigu 100%

b) F1: Tepung terigu 75% : Tepung Bekatul 15% : Biji Nangka 10%

c) F2: Tepung terigu 75% : Tepung Bekatul 10% : Biji Nangka 15%

d) F3: Tepung terigu 75% : Tepung Bekatul 10% : Biji Nangka 20%

Proses pembuatan sereal: Semua bahan kering (tepung komposit, gula, garam, dll) dicampur dalam *mixer*. Air ditambahkan sedikit demi sedikit hingga terbentuk adonan yang kalis dan dapat dibentuk. Adonan kemudian digiling tipis dan dipotong/dicetak ATAU dimasukkan ke dalam *extruder*] untuk membentuk kepingan sereal. Sereal mentah dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 2-3 jam atau hingga renyah. Sereal jadi didinginkan dan dikemas dalam kemasan kedap udara [16]

3. Prosedur Analisis Komposisi Kimia dilakukan pada setiap formula sereal dengan 1 kali ulangan (triplo), mengacu pada metode standar AOAC (Association of Official Analytical Chemists)
- a) Kadar Air (Metode Gravimetri Oven): Sampel (sekitar 2-3 g) ditimbang dalam cawan yang telah diketahui berat konstan. Dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3-5 jam atau hingga tercapai berat konstan. Kadar air dihitung berdasarkan selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan.
 - b) Kadar Abu (Metode Pengabuan Kering): Sampel (sekitar 2-3 g) diabukan dalam tanur (*muffle furnace*) pada suhu 550-600°C secara bertahap hingga terbentuk abu berwarna putih keabuan (bebas karbon). Cawan didinginkan dalam desikator sebelum ditimbang. Kadar abu dihitung sebagai persentase berat residu terhadap berat awal sampel [17]
 - c) Kadar Protein (Metode Semi-Mikro Kjeldahl): Sampel (sekitar 0,5-1 g) didestruksi menggunakan H_2SO_4 pekat dan katalisator (tablet Kjeldahl) hingga larutan jernih. Hasil destruksi didestilasi dengan penambahan NaOH 40% untuk melepaskan amonia (N-NH_3). Destilat ditampung dalam larutan asam (HCl atau H_3BO_3) dan dititrasi. Total Nitrogen (N) yang diperoleh dikalikan dengan faktor konversi protein [Faktor umum 6,25 atau faktor spesifik untuk sereal jika ada].
 - d) Kadar Lemak (Metode Ekstraksi Soxhlet): Sampel kering (sekitar 2-5 g) dibungkus kertas saring dan diekstraksi menggunakan pelarut n-heksana dalam unit Soxhlet selama 4-6 jam. Pelarut diuapkan menggunakan *rotary evaporator* atau oven, dan labu lemak dikeringkan hingga berat konstan. Kadar lemak dihitung sebagai persentase berat lemak yang terekstraksi terhadap berat awal sampel.

Analisis Data

Data kuantitatif hasil analisis kimia (kadar air, abu, protein, dan lemak) dari keempat formulasi dianalisis menggunakan *software* SPSS.

1. Uji Normalitas: Data diuji normalitas sebarannya menggunakan uji Shapiro-Wilk.
2. Uji Beda (Anova): Jika data terdistribusi normal (signifikansi Shapiro-Wilk > 0,05), dilakukan analisis variansi satu arah (One-Way ANOVA) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan pada setiap parameter kimia akibat perbedaan formulasi.
3. Uji Lanjut (Post-Hoc): Jika hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan (Sig. < 0,05), analisis dilanjutkan dengan uji Post-Hoc Tukey untuk membandingkan dan mengetahui letak perbedaan antar kelompok formulasi (F1, F2, F3, dan F0).
4. Analisis Deskriptif: Hasil rerata komposisi kimia dari setiap formulasi juga akan dibandingkan secara deskriptif dengan baku mutu Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk menilai kesesuaian produk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Statistik Awal

Sebelum dilakukan uji hipotesis, data hasil analisis komposisi kimia diuji normalitasnya menggunakan uji Shapiro-Wilk. Hasil uji menunjukkan bahwa seluruh data ($p > 0,05$) terdistribusi normal (18). Selanjutnya, uji homogenitas varians menggunakan Levene's Test juga menunjukkan bahwa varians data bersifat homogen ($p > 0,05$). Karena kedua asumsi parametrik terpenuhi, analisis dilanjutkan dengan uji One-Way ANOVA untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan signifikan antar perlakuan formulasi, dan jika ada, dilanjutkan dengan uji Post-Hoc Tukey HSD.

Analisis Komposisi Kimia

Analisis komposisi kimia dilakukan untuk mengetahui kandungan gizi makro (protein, lemak, air, dan abu) dari setiap formula sereal. Hasil rerata analisis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Sereal

Kode Formula	Protein (%)	Lemak (%)	Air (%)	Abu (%)	Signifikansi P-value
F0	8,74	12,23	5,82	0,77	< 0.05
F1	10,13	10,48	4,14	1,83	< 0.05
F2	9,75	11,14	7,63	1,46	< 0.05
F3	9,41	11,16	2,63	1,28	< 0.05

Analisis komposisi kimia sereal berbasis tepung bekatul dan biji nangka menunjukkan pengaruh signifikan dari perbedaan proporsi formulasi terhadap komponen makro. Hasil uji ANOVA pada kadar protein menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$). Formula F1 (70% bekatul) memiliki kadar protein tertinggi sebesar 10.13%. Tren ini sangat logis dan positif, didorong oleh tingginya kandungan protein nabati pada bekatul (sekitar 12 – 15%) yang berasal dari lapisan aleuron yang kaya gizi, serta kontribusi protein dari biji nangka (10 – 15%) [19]. Terkait standar mutu, seluruh formula sereal F1, F2, dan F3 telah berhasil memenuhi syarat mutu SNI 01-4270-1996 untuk sereal sarapan yang mensyaratkan kadar protein minimal 8%. Secara berurutan, F1 (10.13%), F2 (9.75%), dan F3 (9.41%) semuanya berada di atas batas minimal tersebut, menunjukkan produk layak secara legal.

Berbeda dengan protein, analisis kadar lemak menunjukkan temuan yang menarik dan berlawanan dari dugaan teoretis ($p < 0.05$). Formula F0 (Kontrol) justru memiliki kadar lemak tertinggi sebesar 12.23%, meskipun bekatul secara teoretis tinggi lemak (~ 15-20%) dan kaya gamma-oryzanol. Dua interpretasi utama adalah: pertama, F0 mungkin menggunakan bahan baku atau aditif (shortening) yang tinggi lemak; kedua, tepung biji nangka memiliki kadar lemak yang sangat rendah (<1%), sehingga substitusi dengan tepung komposit (bekatul-biji nangka) pada F1, F2, dan F3 menyebabkan penurunan kadar lemak total. Meskipun demikian, kadar lemak pada semua perlakuan berada dalam rentang yang wajar dan masih memenuhi standar mutu SNI [20].

Hasil analisis kadar air juga menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan antar formula ($p < 0.05$). Formula F2 (50% bekatul) memiliki kadar air tertinggi sebesar 7.63%, sementara F3 terendah (2.63%). Variasi ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh perbedaan kapasitas menahan air (Water Holding Capacity - WHC) dari masing-masing proporsi tepung komposit serta variasi minor selama proses pengeringan[21]. Karena kadar air adalah parameter krusial stabilitas, penting untuk dicatat bahwa

seluruh formula (F1, F2, F3) berada di bawah batas maksimum kadar air SNI (Maksimal 10%), yang menjamin stabilitas mikrobiologis dan shelf-life produk yang baik.

Selanjutnya, kadar abu (merekpresentasikan total kandungan mineral) juga menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan ($p < 0.05$). Terdapat tren linier yang sangat jelas: semakin tinggi proporsi bekatul, semakin tinggi kadar abu. Formula F1 memiliki kadar abu tertinggi 1.83%. Temuan ini sangat sesuai dengan literatur, menegaskan bahwa bekatul merupakan sumber mineral yang kaya, terutama Kalium, Fosfor, dan Magnesium. Peningkatan signifikan ini semakin memperkuat potensi sereal sebagai pangan fungsional yang kaya mineral esensial.



Gambar 1. Tampilan Visual Produk

Pengaruh Biji Nangka dan Bekatul terhadap Kadar Protein

Hasil uji menunjukkan bahwa formula F1 (70% bekatul) memiliki kadar protein tertinggi sebesar 10.13%, jauh melampaui standar minimal SNI yang mengharuskan kadar protein minimum 8%. Ini didorong oleh kandungan protein nabati pada bekatul yang cukup tinggi (sekitar 12-15%), terutama pada lapisan aleuron yang kaya akan protein seperti albumin dan globulin [19]. Bekatul juga mengandung lisin, sebuah asam amino esensial yang biasanya menjadi pembatas pada sereal. Biji nangka juga memberikan kontribusi signifikan terhadap kandungan protein, dengan kadar sekitar 10-15%. Biji nangka memiliki profil asam amino yang seimbang, membuatnya menjadi pelengkap yang sangat baik untuk bekatul, yang meningkatkan nilai biologis dari produk akhir.

Keunggulan dari kombinasi bekatul dan biji nangka dalam sereal ini adalah kemampuannya untuk menghasilkan produk dengan kadar protein yang cukup tinggi, yang sangat penting dalam mencegah kekurangan gizi, terutama bagi mereka yang membutuhkan sumber protein tambahan

Pengaruh Biji Nangka dan Bekatul terhadap Kadar Lemak

Analisis kadar lemak menunjukkan hasil yang menarik, di mana formula F0 (kontrol) memiliki kadar lemak tertinggi sebesar 12.23%, meskipun bekatul mengandung lemak yang cukup tinggi (sekitar 15-20%), terutama gamma-oryzanol. Biji nangka, yang mengandung lemak sangat rendah (<1%), memainkan peran penting dalam menurunkan kadar lemak total dalam formula F1, F2, dan F3. Substitusi tepung biji nangka dalam komposisi sereal berperan dalam menurunkan kadar lemak, meskipun tetap mempertahankan keunggulan fungsional dari lemak bekatul, terutama gamma-oryzanol yang dikenal efektif dalam menghambat penyerapan kolesterol dalam usus dan meningkatkan ekskresi kolesterol. Ini menjadikan sereal ini tidak hanya rendah lemak total, tetapi juga mengandung lemak sehat yang mendukung kesehatan jantung dan pembuluh darah. Bekatul, dengan kandungan gamma-oryzanol dan tokotrienol, memberikan manfaat tambahan bagi kesehatan kardiovaskular. Penurunan kadar lemak pada formula sereal ini juga dapat berkontribusi dalam pengendalian berat badan dan pencegahan obesitas, karena lemak yang terkandung dalam sereal ini memberikan rasa kenyang lebih lama, yang penting dalam pengelolaan nafsu makan.

Pengaruh Biji Nangka dan Bekatul terhadap Kadar Air

Kadar air juga menunjukkan perbedaan yang signifikan antar formula ($p < 0.05$), dengan formula F2 (50% bekatul) memiliki kadar air tertinggi sebesar 7.63%, sementara formula F3 (dengan proporsi tepung biji nangka lebih tinggi) memiliki kadar air terendah 2.63%. Variasi ini dapat dijelaskan dengan perbedaan kapasitas menahan air (Water Holding Capacity - WHC) yang dimiliki oleh bahan-bahan tersebut. Bekatul yang kaya serat memiliki kemampuan untuk menyerap air lebih baik, sementara

biji nangka yang kaya pati, dengan struktur molekul yang lebih kompleks, mungkin memiliki kemampuan penyerapan yang lebih rendah [22].

Pengendalian kadar air sangat penting untuk stabilitas mikrobiologis dan umur simpan produk. Seluruh formula sereal F1, F2, dan F3 memenuhi standar batas maksimum kadar air yang ditetapkan oleh SNI (maksimum 10%), yang menjamin stabilitas mikrobiologis yang baik dan memperpanjang umur simpan produk. Sereal ini memiliki shelf life yang baik berkat penurunan kadar air yang efektif, mengurangi kemungkinan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk serta memperlambat reaksi kimia seperti oksidasi lemak yang dapat mengurangi kualitas produk.

Pengaruh Biji Nangka dan Bekatul terhadap Kadar Abu

Kadar abu, yang mewakili total kandungan mineral dalam sereal, menunjukkan tren linier yang signifikan ($p < 0.05$). Formula F1 dengan kandungan bekatul yang lebih tinggi memiliki kadar abu tertinggi sebesar 1.83%. Bekatul memang dikenal sebagai sumber mineral yang kaya, terutama Kalium, Fosfor, dan Magnesium, yang semuanya memiliki manfaat penting untuk kesehatan tubuh. Kalium penting untuk menjaga keseimbangan cairan tubuh dan mengatur tekanan darah, Magnesium berperan sebagai kofaktor enzim dalam banyak reaksi biokimia, dan Fosfor berperan dalam kesehatan tulang dan gigi. Peningkatan kadar mineral ini memperkuat potensi sereal sebagai pangan fungsional yang kaya akan mineral esensial yang mendukung berbagai fungsi tubuh.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa perbedaan proporsi formulasi tepung bekatul dan biji nangka memberikan pengaruh yang signifikan $p < 0.05$ terhadap seluruh komposisi kimia sereal yang diuji. Secara nutrisi, Formulasi F1 (70% bekatul) menunjukkan keunggulan tertinggi dengan peningkatan signifikan pada kadar protein (10.13) dan kadar abu (1.83%), serta penurunan menguntungkan pada kadar lemak (10.48%) dibandingkan formula

lainnya. Seluruh formula yang dikembangkan F1, F2, F3) telah berhasil memenuhi batas minimal atau maksimal yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI 01-4270-1996), khususnya pada kadar protein (Minimal 8%), kadar air (Maksimal 10%), dan kadar abu (Maksimal 3%). Kesesuaian mutu dengan standar nasional ini, ditunjang oleh superioritas gizi F1 (tinggi protein dan mineral), menegaskan potensi besar produk sereal berbasis bekatul dan biji nangka untuk dikembangkan sebagai alternatif pangan fungsional yang bergizi dan terjamin mutunya.

Saran

Penelitian ini menyarankan agar pengembangan sereal berbasis tepung bekatul dan biji nangka dilanjutkan dengan uji sensoris, uji daya simpan, serta analisis kandungan bioaktif seperti antioksidan dan serat pangan untuk memperkuat klaim fungsional produk. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai formulasi optimal yang mempertimbangkan aspek rasa, tekstur, dan penerimaan konsumen agar produk dapat diterima secara luas di pasar. Dukungan dari industri pangan lokal juga penting dalam skala produksi dan komersialisasi produk. Pemerintah dan lembaga penelitian diharapkan turut berperan dalam mengembangkan inovasi pangan fungsional berbasis sumber daya lokal. Dengan demikian, potensi bekatul dan biji nangka dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk mendukung ketahanan pangan nasional.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ciccacci F, Orlando S, Majid N, Marazzi C. Epidemiological transition and double burden of diseases in low-income countries: the case of Mozambique. *Pan Afr Med J*. 2020;37(49):49.
2. Zainati A, A.A, F., Ibrahim AN. Menurunkan CVD (Cardio Vaskuler Disease) Risk Karyawan PT Putra Perkasa Abadi Site PT Makmur Lestari Primatama Sebesar 50% dengan Program Heart Health Heroes. *J Appl Agric Heal Technol Appl Agric Heal Technol*. 2024;3(2):1–8.
3. Curioni CC, da Silva ACF, da Silva Pereira A, Mocellin MC. The Role of Dietary Habits on Development and Progress of Risk Factors of Chronic Non-communicable Diseases. In: *The Role of Dietary Habits on Development and Progress of Risk Factors of Chronic Non-communicable Diseases* [Internet]. 2022. p. 105–29. Available from:

- https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-85357-0_5
4. Toy JYH, Yu L, Huang D. Functional Foods for Health: Evidence and Insights. 2025. p. 1–15.
 5. Herlina N, Wahyuni H, Winahyu FP, Anwar K, Heliana. The Movement to Maintain Food Security Through Technological Advancements and Local Diversification: Ministry of Agriculture Republic of Indonesia [Internet]. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*; 2024. Available from: <https://doi.org/10.29244/jpsl.14.3.555>
 6. Li M, Pawestri S. Kajian Literatur: Upcycled Food sebagai Inovasi Zero Waste Untuk Mengurangi Limbah Pangan. *Rona Tek Pertan*. 2024;17(1):24–34.
 7. Azzahra AJ, Budiyantri LE, Amelia A, Saputra MYKA, Hidayah H. Review article: aktivitas farm akologi dan senyawa kimia pada bekatul. *Midwinerslion J Kesehat STIKes Buleleng*. 2024;9(1):25–34.
 8. Punia S, Punia S, Kumar M, Sandhu KS, Whiteside WS. Rice-bran oil: An emerging source of functional oil. *J Food Process Preserv*. 2021;45(4).
 9. Juricic H, Cuccioloni M, Bonfili L, Angeletti M, Uberti D, Eleuteri AM, et al. Biochemical, Biological, and Clinical Properties of γ -Oryzanol. Antioxidants [Internet]. 2025;14(9):1099. Available from: <https://doi.org/10.3390/antiox14091099>
 10. Fathima S, R N. Development and Evaluation of Nutri Choco Bites Enriched with Jackfruit Seed Flour. *Int J Heal Sci Res*. 2023;13(7):146–152.
 11. Boukid F, Rosell CM. Advances and challenges in breakfast cereals: nutrition, innovation, and sustainability. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2025;1–15.
 12. Noviana F, Nurlaela RS, Audrey NA, Aisha PS. Pengaruh Standarisasi Mutu Pangan terhadap Keamanan dan Kesehatan Konsumen. Vol. 3. 2024. p. 7318–7324.
 13. Wang F, Chao H, Xu Z, Wu Y, Wang N. Bran characteristics impact the whole wheat noodle quality. *Food Sci Technol*. 2023;42.
 14. Borgis S, Bharati P. PROCESSING CHARACTERISTICS AND ACCEPTABILITY OF JACKFRUIT (*Artocarpus heterophyllus* Lam. In: SEEDS, PHYSICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF ITS FLOUR. 2020. p. 193–202.
 15. Insania K, Mulyo GPE, Judiono J, Rosmana D, Fitria M. Formulasi bean flakes tepung kacang hijau dan tepung kacang kedelai sebagai alternatif sarapan tinggi protein tinggi serat. *J Gizi Dan Diet*. 2024;3(1):12–20.
 16. Burhade DS, Jain P, Saini L, Modi Y. Titrimetric Estimation of Acetic Acid Concentration Using Standard Sodium Hydroxide Solution v1 [Internet]. 2025. Available from: <https://doi.org/10.17504/protocols.io.yxmvmmrwbv3p/v1>
 17. Ekore RI. Impact of Glycemic Index-Based Nutrition Education on Blood Glucose Control Among Persons Living with Diabetes Mellitus. 2025. p. 1–6.
 18. Kaur R, Bobade H, Sachdev PA, Kaur S. Jackfruit kernel starch-

- composition, structure, properties and modifications. Elsevier BV; 2024. 61–101 p.
19. Achimugu S, Okolo JC, Adaji PE. Comparative Analysis of Custard Produced from Selected Cereals (Guinea Corn, Maize, Rice and Millet). *Indones Food Sci Technol J* [Internet]. 2021 Jul 31 [cited 2025 Nov 20];4(2):37–40. Available from: <https://online-journal.unja.ac.id/ifstj/article/view/12457>
 20. Supriatiningrum D, Prayitno S. Identifikasi Kadar Total Karbohidrat, Abu, Fosfor, dan Aktivitas Antioksidan pada Tepung Siwalan Tuban dan Gresik, Jawa Timur. *Ghidza J Gizi dan Kesehat* [Internet]. 2025 [cited 2025 Nov 20]; Available from: <https://scholar.google.com/scholar?cluster=2183488150607452530&hl=en&oi=scholar>
 21. Liao M, Damayanti W, Xu Y, Zhao Y, Xu X, Zheng Y, et al. Hot air-assisted radio frequency heating for stabilization of rice bran: Enzyme activity, phenolic content, antioxidant activity and microstructure. *Lwt - Food Sci Technol*. 2020;131:109754.
 22. Tazhkira A, Novri Supriatiningrum D, Adi Prayitno S, Studi Gizi P, Kesehatan Universitas Muhammadiyah Gresik F. OPTIMALISASI KANDUNGAN ZAT GIZI (Protein, Lemak, Karbohidrat dan Serat) DAN DAYA TERIMA COOKIES DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG KULIT PISANG RAJA. *Ghidza Media J* [Internet]. 2020 Sep 13 [cited 2025 Nov 20];2(1):137–46. Available from: <https://journal.umg.ac.id/index.php/ghidzamediajurnal/article/view/2163>