

Komposisi Proksimat Biskuit Finger Food Substitusi Tepung Biji Bunga Matahari dan Buah Naga untuk Balita

Sanaka Zahra Rizki Audi¹, Sabrina Ayu Nani Septhira², Nayla Annisa Larasati³, Avira Febryanti Putri⁴, Netta Meridiani Putri^{5*}

^{1,2,3,4,5*}Program Studi S1 Gizi, Fakultas Pertanian, Universitas Tidar, Magelang, Jawa Tengah, Indonesia

Email: ^{5*}nettamp@gmail.com

Abstract

Stunting among under-five children remains a major nutritional problem in Indonesia, with a national prevalence of 21.5% in 2023, so diversification of nutrient-dense local-food snacks is needed. Sunflower seed is rich in protein, unsaturated fat, vitamin E, and minerals, whereas dragon fruit is rich in fibre, minerals, and antioxidants, yet their combined use in finger food biscuits for toddlers is still limited. This study aimed to develop finger food biscuits by substituting wheat flour with a mixture of sunflower seed flour and dragon fruit flour, and to analyse their proximate composition and energy. A single-factor experimental design was used with four substitution levels, namely P0 (wheat flour 100%), P1 (80% + 10% + 10%), P2 (60% + 20% + 20%), and P3 (40% + 30% + 30%). Proximate analysis was performed in analytical duplicate on one production batch per treatment and presented descriptively. Increasing substitution consistently raised protein (5.26 to 8.42%) and ash (0.78 to 1.41%) and lowered carbohydrate (66.06 to 60.88%), whereas fat, moisture, and total energy showed no monotonic trend. All treatments met the SNI 2973 moisture requirement. Substitution up to 60% potentially yields a nutrient-dense snack without reducing energy density.

Keywords: Dragon Fruit, Finger Food, Proximate Composition, Sunflower Seed, Toddler.

Abstrak

Stunting pada anak balita masih menjadi masalah gizi utama di Indonesia dengan prevalensi nasional 21,5% pada 2023, sehingga diperlukan diversifikasi kudapan padat gizi berbasis pangan lokal. Biji bunga matahari kaya protein, lemak tak jenuh, vitamin E, dan mineral, sedangkan buah naga kaya serat, mineral, dan antioksidan, tetapi pemanfaatan keduanya secara bersamaan dalam finger food biskuit untuk balita masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan biskuit finger food melalui substitusi tepung terigu dengan campuran tepung biji bunga matahari dan tepung buah naga, serta menganalisis komposisi proksimat dan energinya. Rancangan eksperimental satu faktor digunakan dengan empat taraf substitusi, yaitu P0 (terigu 100%), P1 (80% + 10% + 10%), P2 (60% + 20% + 20%), dan P3 (40% + 30% + 30%). Analisis proksimat dilakukan secara duplo analitik pada satu batch produksi per perlakuan dan disajikan secara deskriptif. Peningkatan taraf substitusi menaikkan protein (5,26 menjadi 8,42%) dan abu (0,78 menjadi 1,41%) secara konsisten serta menurunkan karbohidrat (66,06 menjadi 60,88%), sedangkan lemak, air, dan energi total tidak monoton. Seluruh perlakuan memenuhi kadar air SNI 2973. Substitusi 60% berpotensi menghasilkan kudapan padat gizi tanpa menurunkan densitas energi.

Kata Kunci: Anak Balita, Biji Bunga Matahari, Buah Naga, Finger Food, Komposisi Proksimat.

1. PENDAHULUAN

Stunting masih menjadi salah satu masalah gizi utama pada anak balita di Indonesia. Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 mencatat prevalensi stunting nasional sebesar 21,5%, hanya turun 0,1 poin dari 21,6% pada Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) 2022, dan masih jauh di atas target nasional sebesar 14% (Kementerian Kesehatan Republik

Indonesia, 2022, 2024). Stunting merupakan kegagalan pertumbuhan linier akibat kekurangan gizi kronis yang berlangsung sejak dalam kandungan hingga dua tahun pertama kehidupan, dengan dampak jangka panjang terhadap perkembangan kognitif, imunitas, dan produktivitas. Oleh karena itu, perbaikan asupan gizi anak balita melalui pangan yang padat gizi dan mudah diterima merupakan strategi yang penting untuk dikembangkan.

Kualitas asupan, bukan hanya kuantitasnya, sangat menentukan pertumbuhan anak. Protein berkualitas dan ketersediaan asam amino esensial berperan penting dalam pertumbuhan linier. Kajian pada anak stunting di Indonesia menekankan pentingnya kombinasi sumber protein nabati dan hewani untuk memenuhi kebutuhan asam amino esensial dan mendukung *catch-up growth* (Endrinikapoulos dkk., 2023). Selain protein, mineral tertentu berkaitan erat dengan pertumbuhan. Meta-analisis terbaru menunjukkan bahwa suplementasi seng meningkatkan tinggi dan berat badan anak (Monfared dkk., 2023), sedangkan anemia defisiensi besi berkaitan dengan peningkatan risiko stunting pada anak di negara berkembang, termasuk Indonesia (Oktarina dkk., 2024). Dengan demikian, pangan yang secara bersamaan meningkatkan kepadatan protein dan mineral berpeluang memberikan manfaat gizi yang relevan bagi anak balita.

Pada anak balita, makanan selingan atau kudapan berbentuk *finger food* berkontribusi nyata terhadap pemenuhan energi dan zat gizi harian sekaligus mendukung perkembangan keterampilan makan mandiri (Panza & Baldassarre, 2024; Song dkk., 2023; World Health Organization, 2023a, 2023b). Di Indonesia, kudapan berbasis biskuit juga lazim digunakan dalam program pemberian makanan tambahan (PMT) untuk anak balita (Winarti dkk., 2024). Namun, biskuit konvensional umumnya berbahan dasar tepung terigu yang didominasi karbohidrat serta relatif rendah protein dan mineral, sehingga peluang perbaikan profil gizinya cukup besar melalui substitusi bahan lokal yang lebih padat zat gizi.

Selain kandungan gizinya, karakteristik fisik *finger food* turut menentukan keamanannya bagi anak balita. Keterampilan menggigit, mengunyah, dan menelan pada anak usia dini masih berkembang, sehingga pangan yang keras, sulit hancur, atau mudah pecah menjadi serpihan kecil yang keras dapat meningkatkan risiko tersedak. Uji klinis acak pada 206 bayi menunjukkan bahwa 52% bayi pada usia 7 bulan dan 94% bayi pada usia 12 bulan telah ditawari makanan yang berisiko menyebabkan tersedak, tanpa perbedaan bermakna antara kelompok pendekatan *baby-led* dan kelompok pemberian makan konvensional (Fangupo dkk., 2016). Kerangka *International Dysphagia Diet Standardisation Initiative* (IDDSI) mengenalkan kategori *transitional foods*, yaitu pangan yang semula berbentuk padat tetapi berubah menjadi lunak ketika terkena kelembapan seperti air liur atau mengalami perubahan suhu, sehingga dapat dihancurkan dengan tekanan lidah (Cichero dkk., 2017). Karakteristik mudah lumer di mulut tersebut merupakan acuan yang relevan bagi biskuit *finger food* balita. Dengan demikian, substitusi bahan yang mengubah komposisi matriks adonan, misalnya penambahan protein, lemak, dan serat, perlu dikaji tidak hanya dari sisi profil gizi, tetapi juga dari potensi pengaruhnya terhadap tekstur dan keamanan produk.

Biji bunga matahari (*Helianthus annuus*) merupakan sumber protein nabati tinggi, sekitar 20,8 g per 100 g, kaya lemak tak jenuh berupa asam linoleat dan oleat, vitamin E (tokoferol), serta mineral seperti magnesium, fosfor, dan zink (U.S. Department of Agriculture, 2019). Berbagai kajian menempatkannya sebagai pangan fungsional karena kandungan fenolik, flavonoid, dan tokoferolnya yang berperan sebagai antioksidan (Adeleke & Babalola, 2020; Puraikalan & Scott, 2023). Buah naga (*Hylocereus sp.*) kaya serat pangan, mineral seperti kalium, magnesium, kalsium, dan zat besi, vitamin C, serta

pigmen betasianin dan senyawa fenolik yang berperan sebagai antioksidan sekaligus pewarna alami (Arivalagan dkk., 2021; Lim dkk., 2025). Kombinasi keduanya berpotensi memperkaya profil gizi produk berbasis terigu sekaligus memberi warna menarik yang dapat meningkatkan daya terima anak.

Beberapa penelitian terkait telah dilakukan dalam lima tahun terakhir. Tsykhanovska dkk. (2024) melaporkan bahwa penambahan tepung biji bunga matahari pada produk panggang meningkatkan kadar protein, lemak, serat, dan abu. Petraru dkk. (2021) menegaskan bahwa biji bunga matahari beserta bungkilnya kaya protein, serat, dan mineral sehingga berpotensi sebagai bahan pangan fungsional. Adeleke dan Babalola (2020) serta Puraikalan dan Scott (2023) menegaskan potensi biji bunga matahari sebagai pangan fungsional bergizi tinggi. Untuk buah naga, Arivalagan dkk. (2021) mengarakterisasi komposisi gizi dan antioksidannya, sedangkan Utami dkk. (2022) memanfaatkan tepung kulit buah naga merah dalam pembuatan cookies pada konteks lokal Indonesia. Namun, kajian tersebut umumnya menelaah biji bunga matahari atau buah naga secara terpisah dan bukan pada produk yang ditujukan untuk anak balita.

Berdasarkan uraian tersebut, terdapat kesenjangan penelitian, yaitu belum banyak kajian yang memanfaatkan tepung biji bunga matahari dan tepung buah naga secara bersamaan dalam finger food biskuit untuk anak balita, khususnya mengenai pengaruh taraf substitusi terhadap komposisi proksimat produk. Penelitian ini bertujuan mengembangkan biskuit finger food melalui substitusi bertingkat tepung terigu dengan campuran tepung biji bunga matahari dan tepung buah naga, serta menganalisis komposisi proksimat (kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat) dan nilai energinya pada berbagai taraf substitusi. Hipotesis penelitian ini adalah bahwa peningkatan taraf substitusi akan meningkatkan kadar protein dan abu biskuit secara bertahap, karena kedua substituen memiliki kandungan protein dan mineral yang lebih tinggi daripada tepung terigu, serta menurunkan kadar karbohidrat tanpa menurunkan densitas energi produk. Seluruh formula juga diduga tetap memenuhi persyaratan kadar air biskuit, yang merupakan indikator mutu kimia terkait kerenyahan dan daya simpan produk, sedangkan pengaruh substitusi terhadap sifat fisik dan daya terima akan dikaji pada tahap penelitian berikutnya. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar pengembangan kudapan padat gizi berbasis pangan lokal yang mendukung upaya perbaikan gizi anak balita.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah tepung terigu, tepung biji bunga matahari, dan tepung buah naga. Bahan tambahan mengikuti resep standar pembuatan biskuit atau cookies, yaitu mentega, gula halus dalam jumlah terbatas, dan putih telur.

Peralatan yang digunakan meliputi timbangan analitik, mixer, cetakan biskuit, oven, serta peralatan gelas dan instrumen untuk analisis proksimat di laboratorium.

2.2 Rancangan Percobaan dan Formulasi

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental tahap formulasi dengan satu faktor, yaitu taraf substitusi tepung terigu oleh campuran tepung biji bunga matahari dan tepung buah naga, yang terdiri atas empat perlakuan. Total substitusi terhadap terigu meningkat dari 0% pada P0 hingga 60% pada P3, dengan proporsi kedua substituen dibuat setara pada setiap taraf. Setiap perlakuan dibuat dalam satu batch produksi, sehingga duplo pada analisis proksimat merupakan ulangan analitik dari batch yang sama dan bukan ulangan unit percobaan (subbab 2.4).

Formulasi masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 1. Perlakuan P0 berfungsi sebagai kontrol yang menggunakan tepung terigu 100% tanpa substitusi, sedangkan P1 hingga P3 menggunakan taraf substitusi yang meningkat secara bertahap.

Tabel 1. Formulasi substitusi tepung pada tiap perlakuan

Perlakuan	Tepung terigu (%)	Tepung biji bunga matahari (%)	Tepung buah naga (%)
P0	100	0	0
P1	80	10	10
P2	60	20	20
P3	40	30	30

2.3 Pembuatan Biskuit

Biskuit dibuat dengan metode *creaming*, yaitu pengocokan mentega dan gula halus hingga mengembang, penambahan putih telur, kemudian pencampuran dengan campuran tepung sesuai formulasi hingga terbentuk adonan. Adonan dicetak menjadi bentuk yang sesuai untuk *finger food*, lalu dipanggang dalam oven pada suhu 150 °C selama 15 menit.

Untuk peruntukan anak balita, tekstur biskuit sebaiknya dirancang mudah lumer di mulut agar aman dari risiko tersedak. Setiap perlakuan diproses dengan prosedur yang sama untuk menjaga keseragaman, sehingga perbedaan hasil dapat ditelusuri pada perbedaan formulasi. Pada tahap ini, tekstur produk belum diukur secara instrumental, sehingga evaluasi kekerasan dan kemampuan lumer produk diposisikan sebagai tahap penelitian berikutnya.

2.4 Analisis Proksimat dan Analisis Data

Analisis proksimat dilakukan secara duplo terhadap masing-masing perlakuan, meliputi kadar air (SNI ISO 712:2015), kadar abu (SNI 01-2891-1992), kadar protein (metode Kjeldahl dengan penetapan secara titrimetri), dan kadar lemak total (metode gravimetri). Kadar karbohidrat dihitung secara *by difference*, sedangkan energi total dan energi dari lemak dihitung berdasarkan faktor konversi energi. Mutu kadar air produk dibandingkan dengan persyaratan SNI 2973 tentang biskuit, yaitu maksimal 5% (Badan Standardisasi Nasional, 2011).

Data dianalisis secara deskriptif. Hasil disajikan sebagai rata-rata dan simpangan baku dari pengukuran duplo, kemudian dibandingkan kecenderungannya antar taraf substitusi. Ulangan pada penelitian ini merupakan ulangan analitik (duplo) terhadap satu unit produk per perlakuan, sehingga interpretasi difokuskan pada arah dan besaran perubahan komposisi, bukan pada pengujian beda nyata antar perlakuan secara inferensial. Presisi pengukuran dinyatakan sebagai koefisien variasi ($KV = \text{simpangan baku/rata-rata} \times 100\%$). Untuk memperjelas besaran perubahan, dihitung pula perubahan relatif terhadap kontrol (P0) serta proporsi energi dari protein dan lemak terhadap energi total, menggunakan faktor konversi 4 kkal/g untuk protein dan karbohidrat serta 9 kkal/g untuk lemak.

Ruang lingkup parameter pada tahap ini dibatasi pada komposisi proksimat dan energi sebagai dasar penapisan formula. Parameter fisik (kekerasan dan kemampuan lumer), organoleptik, serat pangan, serta kadar fenolik total dan aktivitas antioksidan belum dianalisis dan direncanakan pada tahap penelitian lanjutan, sebagaimana diuraikan pada subbab keterbatasan penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi proksimat dan nilai energi biskuit pada keempat perlakuan disajikan pada Tabel 2. Secara umum, peningkatan taraf substitusi menggeser profil gizi produk dari dominan karbohidrat menuju produk yang lebih kaya protein dan mineral, dengan densitas energi yang relatif terjaga. Koefisien variasi pengukuran duplo pada seluruh parameter proksimat berkisar 0,1 hingga 2,8%, yang menunjukkan presisi analitik yang baik. Namun, nilai tersebut hanya menggambarkan variasi pengukuran di dalam batch yang sama dan tidak mencerminkan variasi antarbatch produksi, sehingga selisih antarperlakuan yang kecil perlu ditafsirkan secara hati-hati.

Tabel 2. Komposisi proksimat dan energi biskuit pada berbagai taraf substitusi (rata-rata dan SD, basis duplo)

Parameter	Satuan	P0	P1	P2	P3	Metode
Kadar air	%	2,79 ± 0,05	4,35 ± 0,07	3,10 ± 0,05	3,71 ± 0,07	SNI ISO 712:2015
Kadar abu	%	0,78 ± 0,01	1,05 ± 0,01	1,14 ± 0,02	1,41 ± 0,04	SNI 01-2891-1992
Protein	%	5,26 ± 0,06	6,42 ± 0,11	6,66 ± 0,08	8,42 ± 0,12	Kjeldahl
Lemak total	%	25,13 ± 0,04	26,15 ± 0,29	28,67 ± 0,68	25,60 ± 0,57	Gravimetri
Karbohidrat	%	66,06 ± 0,06	62,04 ± 0,12	60,44 ± 0,66	60,88 ± 0,66	by difference
Energi total	kkal/100 g	511,41 ± 0,38	509,13 ± 1,68	526,43 ± 3,11	507,52 ± 3,00	Perhitungan
Energi dari lemak	kkal/100 g	226,17	235,31	258,03	230,36	Perhitungan
Proporsi energi dari protein	% energi	4,1	5,0	5,1	6,6	Perhitungan
Proporsi energi dari lemak	% energi	44,2	46,2	49,0	45,4	Perhitungan

Keterangan: P0 = terigu 100%; P1 = terigu 80% + biji bunga matahari 10% + buah naga 10%; P2 = 60% + 20% + 20%; P3 = 40% + 30% + 30%.

3.1 Kadar Protein

Kadar protein yang ditetapkan melalui metode Kjeldahl meningkat secara konsisten seiring naiknya taraf substitusi, yaitu 5,26% (P0), 6,42% (P1), 6,66% (P2), dan 8,42% (P3), dengan lonjakan terbesar pada P3. Peningkatan total mencapai sekitar 60% relatif terhadap kontrol. Secara rinci, kenaikan relatif terhadap kontrol adalah 22,1% (P1), 26,6% (P2), dan 60,1% (P3), sedangkan proporsi energi dari protein meningkat dari 4,1% menjadi 6,6% energi total (Tabel 2). Selisih antara P1 dan P2 hanya 0,24 poin persen, atau sekitar dua hingga tiga kali simpangan baku analitik, sehingga perbedaan pada kedua taraf tersebut belum dapat dipastikan, sedangkan lonjakan pada P3 jauh melampaui variasi analitik. Pola ini sejalan dengan kandungan protein biji bunga matahari yang jauh lebih tinggi, sekitar 20,8 g per 100 g, dibandingkan tepung terigu (Adeleke & Babalola, 2020; U.S. Department of Agriculture, 2019). Semakin besar proporsi substituen, semakin tinggi protein produk. Temuan serupa dilaporkan pada produk panggang lain yang disubstitusi tepung biji bunga matahari, yang secara konsisten menunjukkan kenaikan protein dan abu (Petraru dkk., 2021; Tsykhanovska dkk., 2024).

Dari sudut pandang kualitas, protein nabati seperti biji bunga matahari umumnya perlu dikombinasikan dengan sumber protein lain agar profil asam amino esensialnya

saling melengkapi (Endrinikapoulos dkk., 2023). Pada formulasi ini, penggunaan putih telur sebagai sumber protein hewani bermutu tinggi berpotensi memperbaiki komplementasi asam amino produk. Peningkatan kepadatan protein ini relevan bagi anak balita mengingat peran protein berkualitas dalam pertumbuhan linier dan pencegahan stunting (Endrinikapoulos dkk., 2023). Meskipun demikian, kadar protein tertinggi (P3, 8,42%) masih sedikit di bawah ambang protein minimum pada standar mutu biskuit terdahulu (SNI 01-2973-1992, minimal 9%), sehingga masih terdapat ruang perbaikan, misalnya melalui peningkatan taraf substitusi atau penambahan sumber protein lain seperti telur utuh, susu, atau tepung kacang-kacangan.

3.2 Kadar Abu (Mineral)

Kadar abu mencerminkan kandungan mineral total produk. Nilainya meningkat konsisten dari 0,78% (P0) menjadi 1,05% (P1), 1,14% (P2), dan 1,41% (P3). Kenaikan relatif terhadap kontrol berturut-turut sebesar 34,6%, 46,2%, dan 80,8%. Peningkatan ini bersumber dari kedua substituen. Biji bunga matahari kaya magnesium, fosfor, dan zink (Adeleke & Babalola, 2020; U.S. Department of Agriculture, 2019), sedangkan buah naga menyumbang kalium, magnesium, kalsium, dan zat besi (Arivalagan dkk., 2021), yang seluruhnya lebih tinggi dibandingkan tepung terigu. Kecenderungan ini konsisten dengan laporan peningkatan kadar abu pada produk panggang tersubstitusi tepung biji bunga matahari (Petraru dkk., 2021; Tsykhanovska dkk., 2024).

Relevansi peningkatan mineral ini cukup besar bagi anak balita. Seng berperan dalam proliferasi dan diferensiasi sel serta pensinyalan faktor pertumbuhan. Meta-analisis terbaru menunjukkan bahwa suplementasi seng meningkatkan tinggi dan berat badan serta skor tinggi menurut umur pada anak (Monfared dkk., 2023). Zat besi juga penting karena anemia defisiensi besi berkaitan dengan peningkatan risiko stunting pada anak di negara berkembang, termasuk Indonesia (Oktarina dkk., 2024). Dengan demikian, peningkatan kadar abu yang monoton sepanjang seri perlakuan mengindikasikan perbaikan kepadatan mineral yang searah dengan tujuan produk. Meskipun kadar abu total tidak merinci jenis mineral, komposisi bahan penyusunnya menunjukkan bahwa sebagian kenaikan berasal dari mineral yang relevan bagi pertumbuhan. Bersama protein, kadar abu merupakan parameter dengan kecenderungan paling teratur pada penelitian ini.

3.3 Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat dihitung secara *by difference*, yaitu selisih 100% terhadap jumlah air, abu, protein, dan lemak. Nilainya menurun dari 66,06% (P0) menjadi 62,04% (P1) dan 60,44% (P2), kemudian relatif mendatar pada P3 (60,88%). Penurunan pada taraf awal sejalan dengan berkurangnya tepung terigu sebagai sumber pati utama. Plateau pada taraf substitusi tinggi dapat dijelaskan oleh kontribusi karbohidrat dari buah naga yang relatif tinggi, sehingga sebagian karbohidrat yang hilang akibat pengurangan terigu digantikan oleh karbohidrat buah naga. Akibatnya, penurunan karbohidrat tidak berlangsung linear hingga taraf tertinggi, melainkan cenderung stabil setelah P1.

Dua hal perlu dicermati dalam interpretasi. Pertama, metode *by difference* mengakumulasi seluruh galat dari empat komponen lain, sehingga nilai karbohidrat sensitif terhadap variasi pengukuran air, abu, protein, dan lemak; interpretasinya sebaiknya dilakukan bersama parameter lain. Kedua, sebagian karbohidrat dari buah naga berupa serat pangan yang secara fisiologis tidak sepenuhnya tersedia sebagai sumber energi, namun bermanfaat bagi kesehatan saluran cerna dan berpotensi bersifat prebiotik (Arivalagan dkk., 2021). Dengan demikian, penurunan karbohidrat total sekaligus mengindikasikan kemungkinan pergeseran komposisi karbohidrat ke arah yang lebih

menguntungkan, meskipun fraksi serat tidak diukur secara terpisah pada penelitian ini dan perlu ditetapkan pada kajian lanjutan.

3.4 Kadar Lemak

Kadar lemak meningkat dari P0 (25,13%) ke P1 (26,15%) dan P2 (28,67%), sejalan dengan tingginya kandungan lemak biji bunga matahari, tetapi menurun pada P3 (25,60%) sehingga tidak membentuk pola monoton. Lemak biji bunga matahari didominasi asam lemak tak jenuh berupa asam linoleat dan oleat serta mengandung vitamin E sebagai antioksidan larut lemak (Adeleke & Babalola, 2020; Puraikalan & Scott, 2023; U.S. Department of Agriculture, 2019). Karena itu, kenaikan lemak pada taraf rendah hingga menengah tidak hanya menambah energi, tetapi juga berpotensi memperbaiki profil asam lemak produk dibandingkan biskuit terigu biasa yang lemaknya sebagian besar berasal dari mentega yang lebih jenuh. Kehadiran tokoferol juga dapat membantu menekan oksidasi lemak selama penyimpanan.

Penurunan lemak pada P3 memutus kecenderungan kenaikan dan tidak searah dengan ekspektasi, mengingat proporsi biji bunga matahari justru tertinggi pada taraf ini. Beberapa kemungkinan penyebab dapat dikemukakan. Pertama, variasi proses pencampuran dan pemanggangan antar adonan dapat memengaruhi retensi lemak. Kedua, pada proporsi buah naga yang tinggi, kandungan serat dan kapasitas mengikat airnya dapat menimbulkan efek pengenceran terhadap komponen lemak per satuan massa produk. Ketiga, tidak menutup kemungkinan adanya variasi analitik pada penetapan lemak secara gravimetri, sebagaimana tercermin dari simpangan baku lemak yang lebih lebar pada P2 dan P3. Karena fenomena ini tidak konsisten dengan tren, nilai lemak pada P3 sebaiknya diverifikasi melalui pengulangan pada penelitian lanjutan.

Dari sisi mekanisme, penurunan lemak terukur pada P3 dapat dikaitkan dengan perubahan interaksi matriks pati, protein, dan serat ketika proporsi terigu tinggal 40%. Pada taraf ini, jaringan gluten makin terencerkan, sedangkan proporsi protein nongluten dan serat dari kedua substituen meningkat. Tepung buah naga diketahui memiliki kapasitas mengikat air dan kapasitas mengikat minyak (Reyes-García dkk., 2024), sehingga serat dan protein substituen dapat bersaing dengan pati dalam mengikat air adonan sekaligus menahan sebagian lemak di dalam matriks. Dua konsekuensi dapat terjadi. Pertama, lemak yang terperangkap atau terikat pada kompleks protein, pati, dan serat yang terbentuk selama pemanggangan lebih sulit terekstraksi oleh pelarut apabila tidak didahului hidrolisis asam, sehingga penetapan gravimetri secara langsung berpotensi menghasilkan nilai yang lebih rendah daripada kadar lemak total yang sebenarnya (Min & Ellefson, 2010). Kedua, ketika sebagian besar air adonan terikat kuat oleh serat, kestabilan emulsi lemak dalam adonan dapat menurun sehingga sebagian lemak keluar ke permukaan produk atau loyang selama pemanggangan dan retensi lemak dalam biskuit menjadi kurang sempurna. Kedua mekanisme tersebut masih bersifat dugaan karena kapasitas mengikat air dan minyak tepung, mikrostruktur produk, maupun kehilangan lemak selama pemanggangan tidak diukur pada penelitian ini. Oleh karena itu, verifikasi melalui penetapan lemak total dengan hidrolisis asam dan pengukuran sifat fungsional tepung diperlukan pada penelitian lanjutan.

3.5 Energi Total

Energi total relatif stabil pada kisaran 507,52 hingga 526,43 kkal per 100 g dan tidak menunjukkan pola monoton. Kestabilan ini terjadi karena protein dan karbohidrat sama-sama berkontribusi sekitar 4 kkal per gram, sehingga kenaikan protein diimbangi oleh penurunan karbohidrat, sementara perubahan lemak sebesar 9 kkal per gram antar

perlakuan tergolong moderat. Secara praktis, hal ini berarti substitusi memperbaiki profil zat gizi berupa protein dan mineral yang lebih tinggi tanpa menurunkan densitas energi produk.

Karakteristik padat energi ini sesuai untuk kudapan anak balita yang kapasitas lambungnya kecil sehingga memerlukan pangan dengan kepadatan energi dan zat gizi yang memadai dalam porsi terbatas (World Health Organization, 2023b). Energi total di atas 500 kkal per 100 g menempatkan produk sebagai kudapan padat energi, sehingga pengaturan porsi penyajian tetap perlu diperhatikan agar kontribusinya seimbang dalam pola makan harian anak dan tidak menggantikan makanan utama.

3.6 Kadar Air dan Mutu Produk

Kadar air berfluktuasi tanpa arah yang konsisten, yaitu 2,79% (P0), 4,35% (P1), 3,10% (P2), dan 3,71% (P3), dengan nilai tertinggi pada P1. Karena kadar air akhir produk panggang sangat dipengaruhi proses pengeringan atau pemanggangan dan kondisi penyimpanan, fluktuasi ini lebih tepat dipandang sebagai variasi antar perlakuan daripada efek formulasi. Nilai P1 yang menonjol dapat dikaji ulang dari aspek keseragaman proses pemanggangan batch tersebut.

Meskipun fluktuatif, seluruh nilai kadar air masih memenuhi persyaratan mutu SNI 2973 untuk biskuit, yaitu maksimal 5% (Badan Standardisasi Nasional, 2011). Kadar air yang rendah penting untuk menjaga kerenyahan tekstur sekaligus memperpanjang daya simpan dengan menekan aktivitas air dan risiko pertumbuhan mikroba. Perlu dicatat pula bahwa penambahan tepung biji bunga matahari memengaruhi warna dan tekstur produk panggang (Tsykhanovska dkk., 2024). Karakteristik warna dan tekstur tersebut, bersama warna dari pigmen buah naga, perlu dievaluasi lebih lanjut melalui uji fisik dan organoleptik, terutama karena tekstur menentukan keamanan produk sebagai *finger food* balita.

Dalam kaitannya dengan umur simpan, kadar air awal perlu dibaca bersama kondisi penyimpanan di iklim tropis yang bersuhu dan berkelembapan relatif tinggi, karena biskuit bersifat higroskopis dan akan menyerap uap air dari lingkungan hingga kehilangan kerenyahannya. Kusnandar dkk. (2010) melaporkan bahwa biskuit komersial mulai kehilangan kerenyahan pada kadar air kritis sekitar 0,064 hingga 0,069 g air/g padatan kering, atau setara sekitar 6,0 hingga 6,5% basis basah, dengan umur simpan 16,5 hingga 17,4 bulan dalam kemasan plastik metalisasi pada suhu 30 °C dan kelembapan relatif 75%. Kadar air awal seluruh perlakuan pada penelitian ini (2,79 hingga 4,35%) berada di bawah kisaran tersebut, sehingga masih terdapat margin sebelum mencapai titik kritis. Namun, margin pada P1 paling sempit, dan peningkatan serat serta protein yang bersifat hidrofilik dari kedua substituen berpotensi meningkatkan higroskopisitas produk. Oleh karena itu, produk sebaiknya dikemas dengan bahan berpenghalang uap air, oksigen, dan cahaya yang baik, misalnya plastik metalisasi atau aluminium foil, yang sekaligus membantu melindungi pigmen dan lemak tak jenuh dari kerusakan oksidatif selama penyimpanan (Herbach dkk., 2006). Mengingat kadar air kritis bersifat spesifik untuk setiap produk, aktivitas air, isoterm sorpsi air, dan umur simpan biskuit ini perlu ditetapkan melalui uji penyimpanan dipercepat pada penelitian lanjutan.

3.7 Potensi Fungsional dan Warna Alami

Selain perbaikan zat gizi makro dan mineral, kedua substituen menyumbang komponen bioaktif. Buah naga, khususnya jenis berdaging merah, mengandung betasianin dan senyawa fenolik dengan aktivitas antioksidan sekaligus berfungsi sebagai pewarna alami yang dapat meningkatkan daya tarik visual produk bagi anak (Arivalagan

dkk., 2021; Lim dkk., 2025). Biji bunga matahari menyumbang vitamin E dan senyawa fenolik seperti asam klorogenat yang juga berkontribusi pada kapasitas antioksidan, sebagaimana ditunjukkan pada kajian biji bunga matahari (Adeleke & Babalola, 2020; Puraikalan & Scott, 2023). Dengan demikian, produk berpeluang memiliki nilai fungsional tambahan di luar profil proksimatnya.

Namun demikian, terdapat dua catatan penting. Pertama, kapasitas antioksidan, kadar fenolik total, kandungan betasianin, maupun vitamin E tidak diukur secara langsung pada penelitian ini, sehingga potensi fungsional tersebut masih bersifat inferensi berdasarkan komposisi bahan dan literatur, dan perlu dibuktikan melalui pengujian spesifik. Kedua, betasianin bersifat sensitif terhadap panas, cahaya, dan pH, sehingga proses pemanggangan berpotensi menurunkan kadar dan intensitas warnanya (Lim dkk., 2025). Suhu, oksigen, dan cahaya merupakan faktor utama yang merusak integritas betalain, dan degradasi termal betasianin berlangsung melalui reaksi seperti isomerisasi, dekarboksilasi, dan pemutusan struktur pigmen yang menggeser warna merah-ungu menjadi lebih pucat atau kekuningan (Herbach dkk., 2006). Suhu pemanggangan pada penelitian ini (150 °C) jauh lebih tinggi daripada suhu pengolahan jus yang telah terbukti menurunkan kadar betasianin, sehingga sebagian besar pigmen kemungkinan tidak bertahan hingga produk akhir. Hal ini sejalan dengan Chik dkk. (2011) yang melaporkan bahwa warna merah muda keunguan pada adonan muffin dengan puri buah naga merah hilang setelah pemanggangan, tetapi aktivitas antioksidan muffin berdasarkan uji DPPH dan FRAP tetap lebih tinggi daripada kontrol, yang diduga berkaitan dengan senyawa polifenol dan flavonoid yang terukur pada produk tersebut. Dengan demikian, kontribusi buah naga pada biskuit ini lebih realistis diharapkan berasal dari serat, mineral, dan senyawa fenolik dibandingkan dari pigmen betasianin. Oleh karena itu, retensi pigmen dan aktivitas antioksidan setelah pemanggangan perlu dievaluasi agar klaim fungsional maupun warna tidak berlebihan.

3.8 Perbandingan dengan Penelitian Sejenis

Arah temuan penelitian ini konsisten dengan studi substitusi tepung biji bunga matahari pada produk panggang. Tsykhanovska dkk. (2024) melaporkan bahwa penambahan tepung biji bunga matahari pada produk panggang meningkatkan kadar protein, lemak, serat, dan abu. Petraru dkk. (2021) menegaskan bahwa biji bunga matahari dan bungkilnya kaya protein, serat, dan mineral. Untuk buah naga, pemanfaatan tepung kulitnya dalam cookies pada konteks lokal Indonesia juga telah dilaporkan memengaruhi komposisi proksimat, aktivitas antioksidan, dan daya terima produk (Kumalasari & Devira, 2024; Utami dkk., 2022).

Kesesuaian arah temuan ini memperkuat keyakinan bahwa kenaikan protein dan mineral pada penelitian ini merupakan efek substitusi, bukan semata variasi acak. Perbedaan besaran antar studi wajar terjadi karena perbedaan jenis tepung, misalnya tepung utuh dibandingkan tepung terdefatting, taraf substitusi, formulasi bahan tambahan, serta kondisi pemanggangan. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan dua substituen sekaligus dalam satu produk finger food yang ditujukan untuk anak balita, yang belum banyak dilaporkan pada penelitian terdahulu.

3.9 Implikasi sebagai Kudapan Padat Gizi Anak Balita

Secara keseluruhan, peningkatan taraf substitusi dari 0% hingga 60% secara konsisten meningkatkan kepadatan protein dan mineral produk tanpa menurunkan densitas energinya, sehingga sejalan dengan tujuan pengembangan kudapan padat gizi untuk anak balita, termasuk potensinya sebagai kandidat produk pemberian makanan

tambahan. Perlakuan P3 memberikan perbaikan tertinggi pada protein dan abu, sehingga paling potensial dikembangkan lebih lanjut, dengan catatan bahwa aspek daya terima pada taraf substitusi tinggi perlu diverifikasi (Petraru dkk., 2021; Tsykhanovska dkk., 2024).

Terkait penggunaan gula, formulasi ini memakai gula halus dalam jumlah terbatas. Untuk anak balita, asupan gula tambahan sebaiknya tetap dijaga seminimal mungkin. Pada anak usia di atas dua tahun, gula tambahan dalam jumlah kecil lebih dapat ditoleransi selama total asupan harian terkendali, sedangkan pada anak yang lebih muda sebaiknya gula diminimalkan. Rasa manis alami dari buah naga dapat dimanfaatkan untuk menurunkan kebutuhan gula tambahan tanpa mengorbankan daya terima. Selain itu, untuk peruntukan anak balita, tekstur biskuit perlu dirancang mudah lumer agar aman dari risiko tersedak.

3.10 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, ulangan bersifat analitik (duplo) terhadap satu unit produk per perlakuan, sehingga analisis difokuskan secara deskriptif pada arah dan besaran perubahan, bukan pada uji beda nyata antar perlakuan. Penelitian lanjutan dengan ulangan unit percobaan yang memadai diperlukan untuk pengujian inferensial. Karena setiap perlakuan hanya berasal dari satu batch, variasi antarbatch produksi tidak dapat dipisahkan dari pengaruh formulasi. Kecenderungan yang teratur dan konsisten dengan literatur, seperti pada protein dan abu, relatif lebih dapat dipercaya, sedangkan fluktuasi yang tidak monoton, seperti pada lemak dan kadar air, dapat berada dalam rentang variasi antarbatch. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan minimal tiga ulangan produksi per perlakuan sehingga data dapat dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA) dan uji lanjut seperti *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Kedua, kajian terbatas pada komposisi proksimat dan energi, sedangkan parameter mutu lain seperti serat pangan, profil asam amino dan asam lemak, kapasitas antioksidan, kandungan mineral spesifik, sifat fisik, daya terima organoleptik, dan mutu mikrobiologi belum dievaluasi. Tahap berikutnya perlu mencakup uji kekerasan menggunakan *texture analyzer* dan uji kemampuan lumer mengacu pada metode pengujian *transitional foods* dalam kerangka IDDSI (Cichero dkk., 2017) untuk menilai keamanan produk sebagai *finger food*, uji hedonik terhadap warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan, penetapan serat pangan, kadar fenolik total, betasianin, dan aktivitas antioksidan setelah pemanggangan, pengukuran warna, serta penetapan aktivitas air dan umur simpan.

Ketiga, klaim manfaat terhadap pertumbuhan anak belum dapat ditegakkan dari data komposisi semata. Data ini hanya menunjukkan potensi perbaikan kepadatan gizi, sedangkan efek terhadap pertumbuhan memerlukan kajian daya cerna protein, kualitas asam amino, serta studi biologis atau klinis lanjutan (Endrinikapoulos dkk., 2023). Oleh karena itu, hasil penelitian ini sebaiknya diposisikan sebagai dasar awal pengembangan produk yang perlu ditindaklanjuti dengan pengujian yang lebih lengkap sebelum direkomendasikan secara luas.

4. KESIMPULAN

Substitusi tepung terigu dengan campuran tepung biji bunga matahari dan tepung buah naga hingga 60% secara konsisten meningkatkan kadar protein dari 5,26% menjadi 8,42% dan kadar abu dari 0,78% menjadi 1,41% pada biskuit finger food, serta menurunkan kadar karbohidrat pada taraf rendah hingga menengah sebelum mendarat pada taraf tinggi. Sebaliknya, kadar lemak, kadar air, dan energi total tidak menunjukkan

pola monoton. Seluruh perlakuan memenuhi persyaratan kadar air SNI 2973 untuk biskuit. Temuan ini mendukung hipotesis penelitian, kecuali penurunan karbohidrat yang tidak berlanjut pada taraf substitusi tertinggi. Perlakuan P3 menghasilkan produk dengan kepadatan protein dan mineral tertinggi tanpa menurunkan densitas energi, sehingga paling potensial dikembangkan sebagai kudapan padat gizi untuk anak balita. Diperlukan penelitian dengan minimal tiga ulangan produksi per perlakuan untuk analisis inferensial, uji organoleptik dan daya terima, evaluasi sifat fisik dan keamanan tekstur, penetapan serat dan mineral spesifik, mutu mikrobiologi, peninjauan penggunaan gula, serta kajian biologis lanjutan untuk mendukung klaim manfaat terhadap pertumbuhan anak balita.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Fakultas Pertanian Universitas Tidar

6. REFERENCES

- Adeleke, B. S., & Babalola, O. O. (2020). Oilseed crop sunflower (*Helianthus annuus*) as a source of food: Nutritional and health benefits. *Food Science & Nutrition*, 8(9), 4666–4684. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1783>
- Arivalagan, M., Karunakaran, G., Roy, T. K., Dinsha, M., Sindhu, B. C., Shilpashree, V. M., Satisha, G. C., & Shivashankara, K. S. (2021). Biochemical and nutritional characterization of dragon fruit (*Hylocereus* species). *Food Chemistry*, 353, Article 129426. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129426>
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 2973:2011 Biskuit*. Badan Standardisasi Nasional.
- Chik, C. T., Abdullah, A., Wan Mustapha, W. A., & Abdullah, N. (2011). Aktiviti antioksidan dan warna muffin daripada sisa puri pitaya merah (*Hylocereus polyrhizus*) [Antioxidant activity and colour of red pitaya puree muffin]. *Sains Malaysiana*, 40(5), 431–436. https://www.ukm.my/jsm/english_journals/vol40num5_2011/vol40num5_2011pg431-436.html
- Cichero, J. A. Y., Lam, P., Steele, C. M., Hanson, B., Chen, J., Dantas, R. O., Duivesteyn, J., Kayashita, J., Lecko, C., Murray, J., Pillay, M., Riquelme, L., & Stanschus, S. (2017). Development of international terminology and definitions for texture-modified foods and thickened fluids used in dysphagia management: The IDDSI framework. *Dysphagia*, 32(2), 293–314. <https://doi.org/10.1007/s00455-016-9758-y>
- Endrinikapoulos, A., Afifah, D. N., Mexitalia, M., Andoyo, R., Hatimah, I., & Nuryanto, N. (2023). Study of the importance of protein needs for catch-up growth in Indonesian stunted children: A narrative review. *SAGE Open Medicine*, 11, Article 20503121231165562. <https://doi.org/10.1177/20503121231165562>
- Fangupo, L. J., Heath, A.-L. M., Williams, S. M., Erickson Williams, L. W., Morison, B. J., Fleming, E. A., Taylor, B. J., Wheeler, B. J., & Taylor, R. W. (2016). A baby-led approach to eating solids and risk of choking. *Pediatrics*, 138(4), Article e20160772. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-0772>
- Herbach, K. M., Stintzing, F. C., & Carle, R. (2006). Betalain stability and degradation: Structural and chromatic aspects. *Journal of Food Science*, 71(4), R41–R50. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00022.x>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). *Hasil Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) 2022*. Kementerian Kesehatan RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). *Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 dalam angka*. Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan.

- Kumalasari, I. D., & Devira, A. P. (2024). Aktivitas antioksidan dan evaluasi sensori kukis tersubstitusi tepung kacang hijau dan tepung kulit buah naga merah. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 35(1), 67–78. <https://doi.org/10.6066/jtip.2024.35.1.67>
- Kusnandar, F., Adawiyah, D. R., & Fitria, M. (2010). Pendugaan umur simpan produk biskuit dengan metode akselerasi berdasarkan pendekatan kadar air kritis [Accelerated shelf-life testing of biscuits using a critical moisture content approach]. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 21(2), 117. <https://journal.ipb.ac.id/jtip/article/view/3407>
- Lim, T. W., Lim, R. L. H., Pui, L. P., Tan, C. P., & Ho, C. W. (2025). Red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*), a superfruit rich in betacyanins pigments with antioxidative potential for hepatoprotection: A review. *Food Chemistry Advances*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833525000243>
- Min, D. B., & Ellefson, W. C. (2010). Fat analysis. In S. S. Nielsen (Ed.), *Food analysis* (4th ed., pp. 117–132). Springer.
- Monfared, V., Salehian, A., Nikniaz, Z., Ebrahimpour-Koujan, S., & Faghfoori, Z. (2023). The effect of zinc supplementation on anthropometric measurements in healthy children over two years: A systematic review and meta-analysis. *BMC Pediatrics*, 23, Article 414. <https://doi.org/10.1186/s12887-023-04249-x>
- Oktarina, C., Dilantika, C., Sitorus, N. L., & Basrowi, R. W. (2024). Relationship between iron deficiency anemia and stunting in pediatric populations in developing countries: A systematic review and meta-analysis. *Children*, 11(10), Article 1268. <https://doi.org/10.3390/children11101268>
- Panza, R., & Baldassarre, M. E. (2024). Complementary feeding: From tradition to personalized nutrition. *Children*, 11(1), Article 80. <https://doi.org/10.3390/children11010080>
- Petraru, A., Ursachi, F., & Amariei, S. (2021). Nutritional characteristics assessment of sunflower seeds, oil, and cake: Perspective of using sunflower oilcakes as a functional ingredient. *Plants*, 10(11), Article 2487. <https://doi.org/10.3390/plants10112487>
- Puraikan, Y., & Scott, M. (2023). Sunflower seeds (*Helianthus annuus*) and health benefits: A review. *Recent Progress in Nutrition*, 3(3), Article 010. <https://doi.org/10.21926/rpn.2303010>
- Reyes-García, V., Botella-Martínez, C., Juárez-Trujillo, N., Muñoz-Tébar, N., & Viuda-Martos, M. (2024). Pitahaya (*Hylocereus ocamponis*)-peel and -flesh flour obtained from fruit co-products: Assessment of chemical, techno-functional and in vitro antioxidant properties. *Molecules*, 29(10), Article 2241. <https://doi.org/10.3390/molecules29102241>
- Song, G., Chang, J., Guan, H., Zhang, Y., Zhang, T., & Zhang, Z. (2023). Professional feeding guidance improved infants' self-feeding proportion during complementary foods introduction in Beijing, China: An exploratory study. *Children*, 10(11), Article 1740. <https://doi.org/10.3390/children10111740>
- Tsykhanovska, I., Stabnikova, O., Riabchykov, M., Lazariyeva, T., & Korolyova, N. (2024). Effect of partial replacement of wheat flour by flour from extruded sunflower seed kernels on muffins quality. *Plant Foods for Human Nutrition*, 79(4), 769–778. <https://doi.org/10.1007/s11130-024-01232-4>
- U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. (2019). *FoodData Central: Seeds, sunflower seed kernels, dried (FDC ID 170562)*. <https://fdc.nal.usda.gov/>
- Utami, H. M., Novidahlia, N., & Aminullah, A. (2022). Sifat mutu kimia dan sensori cookies tepung kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dengan penambahan tepung kacang hijau (*Vigna radiata*). *Jurnal Agroindustri Halal*, 8(2), 270–277. <https://doi.org/10.30997/jah.v8i2.6936>
- Winarti, P. A., Kristianto, Y., Setyobudi, S. I., & Palupi, F. D. (2024). Biscuit formulation as supplementary food for malnourished underfive children using tempeh flour. *Media Gizi Kesmas*, 13(1), 352–361. <https://doi.org/10.20473/mgk.v13i1.2024.352-361>

World Health Organization. (2023a). *Complementary feeding*. <https://www.who.int/health-topics/complementary-feeding>

World Health Organization. (2023b). *WHO guideline for complementary feeding of infants and young children 6–23 months of age*.