

ANALISIS KADAR PROTEIN, ASAM AMINO, DAN DAYA TERIMA PEMBERIAN MAKANAN TAMBAHAN (PMT) PEMULIHAN BERBASIS LABU KUNING (*CUCURBITA MOSCHATA*) UNTUK BATITA GIZI KURANG

Fiona Christina Widya, Gemala Anjani*, Ahmad Syaury

Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia

*Penulis Penanggungjawab. E-mail: gemaanjani@gmail.com

ABSTRACT

Background: Malnourished toddlers are at higher risk of morbidity and mortality. Supplementary food (PMT-P) made of nutrient-rich ingredients such as pumpkin (*Cucurbita moschata*) may become a beneficial dietary alternative. The aims of the study is to compare protein, amino acid content, and acceptability of PMT-P pumpkin-based formulations.

Methods: Three pumpkin-based formulations—20% pumpkin seeds (A1); 25% pumpkin seeds (A2); 30% pumpkin seeds (A3)—were analyzed in a completely randomized experiment with three replications, with the exception of amino acid content analysis in which was done with one replication. Protein content was determined using Kjeldahl while amino acid content used High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). Twenty-five panelists assessed each formulation with a five-scale hedonic test. Statistical analysis was completed with One-way ANOVA for protein composition and Kruskal-Wallis test for sensory evaluation data; all on $\alpha = 5\%$ significance level. Amino acid content is analyzed descriptively.

Result: Protein content (% w/w) was significantly different among three formulations ($p = 0.000$) with A3 being the highest ($13,87 \pm 0,30$), followed by A2 ($11,70 \pm 0,19$) and A1 ($9,63 \pm 0,23$). The formulation with the highest amino acid content (% w/w) is shown in A3 (10,00), followed by A2 (8,65) and A1 (7,39). The best overall acceptability (in terms of appearance, color, and aroma) was found in formulation A1 ($p = 0.007$; 0,000; and 0,028).

Conclusion: Pumpkin-based PMT-P with 30% pumpkin seeds has the highest protein and amino acid content, whereas PMT-P with 20% pumpkin seed has the best overall acceptability. The recommended formulation according to this study is A1.

Keywords: protein; amino acid; pumpkin seeds; supplementary food; toddler; malnutrition

ABSTRAK

Latar Belakang: Batita dengan status gizi kurang memiliki risiko morbiditas dan mortalitas yang lebih tinggi. Pemberian Makanan Tambahan (PMT) Pemulihan yang terbuat dengan bahan-bahan bernilai gizi tinggi seperti labu kuning (*Cucurbita moschata*) dapat menjadi alternatif makanan yang baik. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis perbedaan kandungan protein, asam amino, dan daya terima dari PMT-P berbasis labu kuning dengan tiga macam formulasi.

Metode: Tiga macam formulasi—20% biji labu (A1); 25% biji labu (A2); 30% biji labu (A3) —diuji dalam eksperimen rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan, kecuali untuk uji kandungan asam amino yang hanya dilakukan satu pengulangan. Kandungan protein diuji dengan metode Kjeldahl, di mana kandungan asam amino dianalisis dengan metode HPLC. Uji organoleptik dilakukan dengan uji hedonik berskala 5 pada 25 orang panelis. Perbedaan kandungan protein diuji dengan One Way ANOVA dan daya terima dianalisis dengan uji Kruskal-Wallis pada $\alpha = 5\%$. Sedangkan kandungan asam amino dianalisis secara deskriptif.

Hasil: Kadar protein (% w/w) menunjukkan perbedaan signifikan antarformulasi ($p = 0,000$), dengan kandungan tertinggi pada formulasi A3 ($13,87 \pm 0,30$), diikuti dengan A2 ($11,70 \pm 0,19$) and A1 ($9,63 \pm 0,23$). Formulasi dengan kadar asam amino (% w/w) tertinggi secara keseluruhan adalah pada formulasi A3 (10,00), diikuti dengan A2 (8,65) dan A1 (7,39). Tingkat kesukaan tertinggi dari segi penampilan, warna, dan aroma ditemukan pada formulasi A1 ($p = 0,007$; 0,000; and 0,028).

Simpulan: Formulasi PMT-P berbasis labu kuning dengan 30% biji labu kuning memiliki kandungan protein dan asam amino tertinggi, sedangkan PMT-P dengan 20% biji labu kuning memiliki tingkat kesukaan paling tinggi. Formulasi yang direkomendasikan untuk digunakan adalah formulasi A1.

Keywords: protein; asam amino; biji labu kuning; PMT; batita; gizi kurang

PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan gizi yang tengah dihadapi oleh Indonesia adalah gizi kurang pada anak bawah lima tahun (balita)¹. Hingga tahun 2018,

tercatat balita di Indonesia dengan berat badan di bawah normal yang mengalami gizi buruk sebesar 3,9% sedangkan anak balita dengan gizi kurang mencapai angka 13,8%². Sedangkan di Jawa Tengah,

tercatat terdapat 982 kasus balita gizi buruk pada tahun 2016 di mana di antaranya masih berusia di bawah tiga tahun³. Anak dengan gizi buruk maupun gizi kurang memiliki risiko yang lebih tinggi dalam peningkatan frekuensi mengalami penyakit infeksi, seperti diare dan pneumonia, gangguan pertumbuhan dan perkembangan, serta berisiko mengalami peningkatan keparahan dalam morbiditas dan mortalitas jangka pendek maupun jangka panjang ketika terinfeksi oleh penyakit yang dalam jangka panjang mampu menghambat produktivitas ekonomi suatu negara^{4,5}. Salah satu penyebab paling utama terjadinya gizi kurang pada anak batita adalah ketidakcukupan asupan makanan bergizi baik kuantitas maupun kualitasnya. Protein merupakan salah satu zat gizi makro yang dibutuhkan dalam pertumbuhan dan perkembangan anak yang optimal⁶. Namun menurut studi melaporkan bahwa sebagian batita dengan gizi kurang masih belum mengasup protein dalam jumlah yang cukup⁷⁻⁹. Sedangkan beberapa studi menyatakan bahwa asupan protein yang telah direkomendasikan bagi anak yang sehat dapat membantu penyembuhan batita dengan gizi kurang, namun protein dalam jumlah yang lebih besar dibutuhkan dalam proses akselerasi tumbuh kembang¹⁰.

Kualitas protein dari suatu makanan dapat dinilai dari daya cerna protein (bioavailabilitas) dan keberagaman perbandingan kandungan asam amino yang dimiliki makanan tersebut¹¹. Asam amino merupakan bagian dari protein yang masing-masing memiliki peran dan fungsi spesifik bagi pertumbuhan, perkembangan, dan fungsi imun batita. Studi-studi yang dilaksanakan di Peru menunjukkan adanya kenaikan berat badan pada anak setelah diberikan tepung gandum yang telah difortifikasi dengan asam amino lisin¹⁰. Penelitian di Jepang melaporkan bahwa suplementasi lisin, triptofan, asam amino rantai cabang, metionin, dan fenilalanin memiliki hubungan signifikan dengan panjang badan tikus yang mengalami malnutrisi¹².

Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan gizi kurang pada anak batita adalah dengan Pemberian Makanan Tambahan (PMT) Pemulihan¹³. Salah satu strategi pemerintah untuk menangani problematika gizi kurang pada batita adalah menyediakan PMT-P berbentuk biskuit pabrikan kemasan¹⁴. Namun terkadang terdapat beberapa kendala yang dapat menghambat keberhasilan manajemen gizi kurang, antara lain adalah tidak semua anak batita gizi kurang mampu mendapatkan biskuit tersebut karena adanya keterbatasan paket makanan yang ada, anggota keluarga yang ikut memakan jatah biskuit PMT-P untuk batita gizi kurang, serta kelalaian petugas dalam memberikan informasi terkait cara

mengonsumsi atau mengolah PMT-P menjadi bentuk makanan selain biskuit untuk mencegah anak batita menjadi bosan¹⁵. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi alternatif lainnya untuk membantu menuntaskan permasalahan gizi kurang pada batita.

PMT Pemulihan dapat pula diolah menggunakan bahan-bahan lokal sesuai dengan kondisi setempat daerah batita gizi kurang dengan kandungan energi, protein, dan zat gizi mikro yang tinggi dan ditujukan sebagai makanan tambahan untuk membantu memenuhi kebutuhan gizi batita, bukan merupakan alternatif pengganti makanan utama. Penerapan PMT Pemulihan yang telah dimodifikasi dalam berbagai bentuk seperti bubur yang berbahan dasar bermacam-macam bahan seperti ikan, kacang hijau, dan kuning telur telah terbukti efektif dalam memberikan pengaruh terhadap perubahan status gizi anak balita gizi kurang^{16,17}. Pemerintah menyarankan kegiatan program PMT Pemulihan dilakukan setiap hari selama 90 hari selama berturut-turut dan pemasakan makanan tambahan dilakukan setiap hari apabila memungkinkan, sehingga pengolahan PMT Pemulihan sebaiknya mudah, sederhana, dan tidak memerlukan cara memasak yang rumit. Menteri Kesehatan Republik Indonesia telah menyediakan syarat mutu kandungan PMT Pemulihan, di antaranya adalah suatu produk PMT Pemulihan setidaknya harus mengandung 400 kalori, 8-12 gram protein, dan 10-18 gram lemak di dalam setiap 100 gram produknya¹⁸.

Berbagai penelitian telah melaporkan bahwa biji-bijian merupakan makanan padat zat gizi yang juga termasuk sebagai sumber protein yang baik dan memiliki keuntungan kesehatan lainnya^{19,20}. Sebagai contoh, biji labu kuning mengandung jumlah kalori yang cukup besar yaitu sebesar 1866 kalori dalam setiap 100 gram²¹, dibandingkan dengan jenis biji-bijian tumbuhan yang buahnya umum dikonsumsi oleh rakyat Indonesia lainnya seperti biji nangka ($382,79 \pm 1,20$ kalori/ 100 g)²² dan biji jambu (182 kalori/100 g)²³. Selain itu, biji labu kuning mengandung jumlah protein dalam jumlah yang cukup besar, yaitu sebesar $14,05 \pm 1,3$ s.d. $37,4 \pm 0,2$ gram dalam setiap 100 gram^{24,25}, dibandingkan dengan jenis biji-bijian lainnya seperti biji nangka ($13,50 \pm 0,06$ s.d. $16,01 \pm 0,11$ g/100 g)^{22,26} dan biji jambu ($7,6 \pm 0,02$ s.d. $11,19 \pm 0,28$ g/100 g)^{23,27}. Buah labu kuning sendiri mengandung vitamin A dalam jumlah yang tinggi, yakni sebesar 426 miligram dalam setiap 100 gram buah labu kuning²⁸. Pada tahun 2014, Indonesia mampu menghasilkan 523.063 ton labu kuning, sehingga dapat diperkirakan biji labu kuning yang terdapat dalam buah juga diproduksi dalam jumlah yang besar²⁹. Formulasi dan pengolahan buah dan biji labu kuning secara tepat dan

optimal dapat menghasilkan produk PMT Pemulihan dengan nilai protein yang tinggi serta memiliki rasa dan tekstur yang diminati oleh batita. Namun hingga sekarang, penggunaan biji labu kuning sebagai bahan makanan belum maksimal. Oleh karena itu, pemanfaatan buah dan biji labu kuning sebagai bahan makanan tinggi zat gizi untuk PMT Pemulihan dapat dikembangkan untuk membantu meningkatkan status gizi batita gizi kurang.

Produk PMT Pemulihan dibuat dalam bentuk menyerupai bubur yang memiliki tekstur lumat dan rasa manis alami dapat dimodifikasi kembali menjadi makanan lain seperti es krim, pudding, atau isian roti melalui proses pengolahan tambahan lainnya sehingga anak tidak mudah bosan. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbedaan protein, asam amino, dan daya terima PMT-P berbasis labu kuning dari tiga macam formulasi: 20% biji labu kuning, 25% biji labu kuning, dan 30% biji labu kuning.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dalam bidang *food production* yang menggunakan desain rancangan acak lengkap dengan tiga variasi komposisi biji labu kuning, yaitu A1 (20% biji labu kuning), A2 (25% biji labu kuning), dan A3 (30% biji labu kuning). Biji labu kuning yang digunakan berasal dari Kecamatan Sawangan, Kabupaten Magelang. Formulasi dibuat berdasarkan resep PMT peneliti yang persentase zat gizinya telah disesuaikan dengan standar komposisi gizi PMT-P oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia dan dianalisis dengan *software Nutrisurvey for Windows* 2007. Biji labu kuning setelah dicuci bersih diberi perlakuan perendaman selama 12 jam (berat biji : volume air = 1 : 4), kemudian dicuci dengan air mengalir dan dihaluskan serta diolah bersama buah labu kuning (25–35%), santan (28,4%), gula merah (10%), tepung beras (5,3%), dan minyak kelapa sawit (1,3%) secara pengukusan selama 25 menit. Pengulangan dilakukan sebanyak tiga kali. Selanjutnya, produk PMT-P berbasis labu kuning yang matang disimpan di plastik kedap udara hingga waktu pengujian.

Tabel 1. Formulasi PMT-P Berbasis Labu Kuning

No	Komposisi	A1	A2	A3
1	Gula merah	10%	10%	10%
2	Santan	28,4%	28,4%	28,4%
3	Isian biji labu	20%	25%	30%
4	Daging labu kuning	35%	30%	25%
5	Tepung beras	5,3%	5,3%	5,3%
6	Minyak kelapa sawit	1,3%	1,3%	1,3%
Total		100%	100%	100%

Variabel yang diteliti terdiri dari kandungan protein, asam amino, dan tingkat kesukaan panelis. Kadar protein diuji dengan metode Kjeldahl, sedangkan kadar asam amino diuji menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Kedua uji kandungan dilaksanakan pada bulan Juli 2018 di Laboratorium Terpadu Institusi Pertanian Bogor. Tingkat kesukaan panelis diuji melalui uji hedonik berskala 5 (“1 = sangat tidak suka” hingga “5 = sangat suka”) yang dilakukan pada 28 orang panelis pada bulan Mei 2019 di Laboratorium Teknik Pangan Gedung Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Syarat panelis yang digunakan dalam penelitian ini adalah dalam keadaan sehat, bebas dari penyakit THT dan *influenza*, tidak buta warna atau mengalami gangguan mata, serta mengalami gangguan psikologis, tidak alergi terhadap biji-bijian, tidak melakukan uji satu jam setelah mengonsumsi makanan, serta konsisten dalam pengambilan keputusan. Uji hedonik mencakup penilaian terhadap lima aspek yaitu penampilan, warna, aroma, rasa, dan tekstur. Pendapat panelis terhadap PMT-P berbasis labu kuning juga diminta dengan mengisi kolom komentar dalam setiap lembar uji organoleptik.

Hasil pengukuran kandungan protein, kandungan asam amino, dan tingkat kesukaan termasuk data numerik sehingga data akan disajikan dalam bentuk rerata dengan standar deviasi. Data kandungan protein dan asam amino termasuk dalam data berskala rasio, sedangkan data tingkat kesukaan panelis termasuk dalam data berskala interval. Data kandungan protein dan tingkat kesukaan akan diuji normalitasnya dengan uji *Shaphiro-Wilk*. Analisis kandungan protein diuji dengan uji parametrik *one way analysis of variance* (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji *Tukey*, sedangkan analisis tingkat kesukaan panelis diuji dengan uji *Kruskal-Wallis* yang dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney* untuk mengetahui perbedaan yang bermakna. Analisis kandungan asam amino akan diolah secara deskriptif. Seluruh data diolah pada derajat kepercayaan 95% dengan $\alpha = 0,05$.

Tabel 2. Perbedaan Kandungan Protein pada Tiga Macam Formulasi PMT-P Berbasis Labu Kuning

Jenis Formulasi*	Rerata Kandungan Protein (% w/w)
A1	9,63±0,23 ^a
A2	11,70±0,19 ^b
A3	13,87±0,30 ^c
$p = 0,000$	

*Formulasi A1: 20% biji labu kuning; Formulasi A2: 25% biji labu kuning; Formulasi A3: 30% biji labu kuning.; **Uji *One Way* ANOVA. Angka yang diikuti huruf *superscript* yang berbeda (a, b, c) pada parameter menunjukkan adanya beda nyata dengan uji *Tukey*.

HASIL

Perbedaan Kandungan Protein pada Tiga Macam Formulasi PMT-P Berbasis Labu Kuning

Pengujian pada kandungan protein dari masing-masing formulasi PMT-P mendapatkan hasil seperti yang tertera pada Tabel 2.

Perbedaan Kandungan Asam Amino pada Tiga Macam Formulasi PMT-P Berbasis Labu Kuning

Pengujian pada kandungan asam amino dari masing-masing formulasi PMT-P mendapatkan hasil seperti yang tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbedaan Kandungan Asam Amino pada Tiga Formulasi PMT-P Berbasis Labu Kuning

Jenis asam amino	Kandungan asam amino pada formulasi A1* (% w/w)	Kandungan asam amino pada formulasi A2* (% w/w)	Kandungan asam amino pada formulasi A3* (% w/w)
Asam aspartat	0,72	0,82	0,97
Treonin	0,24	0,28	0,32
Serin	0,39	0,46	0,54
Glutamat	1,63	1,92	2,33
Glisin	0,41	0,48	0,57
Alanin	0,35	0,42	0,48
Valin	0,49	0,57	0,59
Metionin	0,22	0,26	0,26
Ileusin	0,33	0,36	0,41
Leusin	0,58	0,67	0,79
Tirosin	0,18	0,21	0,25
Fenilalanin	0,38	0,46	0,53
Histidin	0,32	0,39	0,37
Lisin	0,18	0,24	0,25
Arginin	0,98	1,11	1,33
Total asam amino	7,39	8,65	10,00

*Formulasi A1: 20% biji labu kuning; Formulasi A2: 25% biji labu kuning; Formulasi A3: 30% biji labu kuning.

Tabel 4. Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik	n	%
Jenis Kelamin		
Laki-laki	1	4,0
Perempuan	24	96,0
Nafsu Makan		
Kurang sekali	1	4,0
Kurang	0	0,0
Cukup	1	4,0
Baik	17	68,0
Sangat baik	6	24,0

Perbedaan Tingkat Kesukaan Panelis Terhadap Tiga Macam Formulasi PMT-P Berbasis Labu Kuning

Tabel 4 menampilkan karakteristik panelis uji organoleptik. Total subjek awal adalah sebesar 28 orang, tetapi terdapat 3 orang (10,7%) yang tidak mengisi data lembar kuisioner uji organoleptik dengan lengkap, sehingga tidak diikutsertakan dalam analisis. Panelis akhir terdiri atas 25 orang, yaitu dua puluh empat wanita dan satu pria. Rata-rata usia subjek adalah 21,08 tahun, dengan rentang umur antara 21 s.d. 22 tahun.

Tabel 5. Perbedaan Tingkat Kesukaan Panelis pada Tiga Macam Formulasi PMT-P Berbasis Labu Kuning

Jenis Formulasi*	Penampilan		Warna		Aroma		Rasa		Tekstur	
	Rerata	Ket	Rerata	Ket	Rerata	Ket	Rerata	Ket	Rerata	Ket
A1	3,72± 1,14 ^a	Suka	3,96± 0,98 ^a	Suka	3,84± 1,14 ^a	Suka	3,64± 1,08	Suka	3,64± 1,15	Suka
A2	3,08± 1,15 ^{a,b}	Netral	3,00± 0,87 ^b	Netral	3,32± 1,14 ^b	Netral	3,80± 1,04	Suka	3,32± 0,99	Netral
A3	2,68± 1,07 ^b	Netral	2,64± 0,95 ^{b,c}	Netral	3,16± 0,80 ^{b,c}	Netral	3,28± 1,21	Netral	3,20± 1,04	Netral
	$p = 0,007$		$p = 0,000$		$p = 0,028$		$p = 0,287$		$p = 0,265$	

*Formulasi A1: 20% biji labu kuning; Formulasi A2: 25% biji labu kuning; Formulasi A3: 30% biji labu kuning.; **Uji Kruskal-Wallis. Angka yang diikuti huruf *superscript* yang berbeda (a, b, c) pada parameter menunjukkan adanya beda nyata dengan uji *Mann-Whitney*.

Analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada tingkat kesukaan antar formulasi produk PMT-P berbasis labu kuning dalam aspek penampilan ($p = 0,007$), warna ($p = 0,000$), dan aroma ($p = 0,028$). Meskipun rata-rata panelis menyatakan netral pada seluruh aspek

formulasi A2, namun formulasi ini merupakan jenis formulasi yang paling disukai di aspek rasa (68%). Rincian hasil uji tingkat kesukaan PMT-P berbasis labu kuning dapat dilihat di Tabel 5.

Selain memberikan penilaian sesuai skala yang ada, panelis juga diminta untuk menuliskan pendapat

mereka terhadap masing-masing produk dalam kelima aspek yang dinilai. Formulasi A1 digambarkan memiliki penampilan yang cukup menarik dan terlihat cocok untuk dijadikan PMT-P untuk balita karena terlihat lembek; sedangkan formulasi A2 dinilai agak kurang menarik karena tidak terlihat lembek dan formulasi A3 dianggap tidak menarik karena tampak memiliki tekstur paling keras dan padat.

Formulasi A1 digambarkan memiliki warna kekuningan yang paling cerah dan menarik; sedangkan formulasi A2 dinilai agak cerah dan menarik dan formulasi A3 dianggap kurang menarik karena warnanya yang pucat.

Aroma produk A1 paling disukai sebagian besar panelis dan dinilai memiliki wangi labu yang *creamy*, kuat, sedap, dan sedikit menyengat, berbeda dengan formulasi A2 yang digambarkan memiliki aroma labu dan biji labu yang seimbang, namun tidak seharum produk A1. Formulasi A3 digambarkan tidak memiliki aroma labu yang sekuat produk A1 dan cenderung memiliki wangi biji labu.

Pendapat mengenai rasa dari masing-masing produk PMT-P berbasis labu kuning cukup bervariasi. Namun rasa formulasi A1 digambarkan memiliki cita rasa paling manis dengan rasa labu kuning yang paling kuat; sedangkan formulasi A2 dinilai memiliki rasa yang cukup manis dengan rasa labu kuning yang tidak terlalu kuat dan formulasi A3 memiliki rasa paling tidak manis dengan rasa biji labu yang paling kuat di antara yang lainnya. Selain itu, beberapa panelis menyatakan bahwa produk-produk PMT-P berbasis labu kuning memiliki cita rasa di akhir (*aftertaste*) pahit yang samar.

Dari segi tekstur, panelis menggambarkan formulasi A1 memiliki tekstur paling halus, lembek dan mudah untuk dilumat dan ditelan, sedangkan formulasi A2 memiliki tekstur yang lebih padat, kasar dan lebih membutuhkan usaha untuk dilumat dibandingkan dengan produk A1. Panelis menilai formulasi A3 memiliki tekstur yang paling padat dan kasar.

PEMBAHASAN

Perbedaan Kandungan Protein dan Asam Amino pada Tiga Macam Formulasi PMT-P Berbasis Labu Kuning

Pembuatan PMT-P berbahan dasar labu kuning melibatkan beberapa proses pengolahan yang membuat dampak pada kandungan gizinya, yaitu protein dan asam amino. Proses perendaman selama setidaknya dua jam dapat meningkatkan bioavailabilitas protein dan asam amino yang terdapat pada berbagai jenis biji-bijian dan kacang-kacangan³⁰⁻³⁴. Hal ini dapat terjadi karena adanya penurunan kandungan zat asam fitat dalam biji labu

kuning setelah perendaman, di mana asam fitat mampu membentuk ikatan kompleks dengan protein dan menurunkan aktivitas enzimatik, solubilitas protein, dan daya cerna proteolitik³⁵. Meskipun tidak dapat mengurangi jumlah asam fitat yang terkandung dalam biji labu seluruhnya, proses perendaman dapat mengaktifkan enzim fitase endogen yang akan menghidrolisa asam fitat dalam biji menjadi bentuk yang lebih sederhana, sehingga protein yang sebelumnya terikat pada asam fitat tersebut dapat terlepas dan terserap dalam pencernaan manusia^{31,36,37}.

Selain perendaman, PMT-P berbasis labu kuning juga menerima perlakuan lainnya, yaitu pemanasan melalui proses pengukusan. Meskipun penelitian menyatakan bahwa proses pemanasan dapat mengurangi kandungan protein dalam biji labu akibat denaturasi protein, namun bioavailabilitas protein dalam biji labu akan meningkat karena adanya proses pemanasan yang mampu menyederhanakan rantai protein menjadi asam amino serta mengurangi jumlah asam fitat^{38,39,40}. Metode pengukusan dipilih karena dipercaya merupakan metode pemasakan paling baik dalam mempertahankan kualitas zat gizi dalam makanan dibandingkan dengan metode lainnya^{41,42}.

Hasil analisis kandungan protein antar formulasi menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p = 0,000$), dengan formulasi A3 dengan kandungan 30% biji labu kuning sebagai resep dengan kadar protein tertinggi ($13,87 \pm 0,30$ g/100 g) dan formulasi A1 dengan kandungan 20% biji labu kuning sebagai resep dengan kadar protein terendah ($9,63 \pm 0,23$ g/100 g). Hal ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa adanya kandungan protein yang cukup tinggi dalam biji labu kuning, sehingga penambahan biji labu kuning dalam formulasi dapat meningkatkan kandungan protein total^{21,24,43,44}. Selain biji labu kuning, santan juga merupakan penyumbang kandungan protein yang cukup besar dalam produk PMT-P berbasis labu kuning, yaitu sebesar 2,31 s.d. 3,69 g/100 g^{45,46}. Berdasarkan syarat PMT-P yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, formulasi A1 dan A2 telah memenuhi syarat kandungan protein, yakni sebesar 8-12 gram dalam tiap 100 gram produk. Sebaliknya, kadar protein formulasi A3 sedikit lebih tinggi dari standar protein untuk PMT-P yang telah ditetapkan, namun hal ini tidak perlu untuk diangkat menjadi suatu permasalahan karena saat batita gizi kurang membutuhkan asupan protein yang tinggi sebesar hingga 2,72 g/kg untuk melakukan proses tumbuh kejar⁴⁷. Ketika dibandingkan dengan PMT-P modifikasi lainnya, PMT-P berbasis labu kuning memiliki nilai protein yang lebih besar ($9,63 \pm 0,23$

g/100 g s.d. $13,87 \pm 0,30$ g/100 g) dibandingkan dengan roti manis yang diolah dengan tepung spirulina ($9,13 \pm 0,22$ s.d. $12,90 \pm 0,28$ g/100 g)⁴⁸, namun lebih kecil dibandingkan dengan biskuit dengan substitusi tepung daging ikan lele dumbo dan tepung ubi jalar kuning yang berbasis bahan makanan hewani ($17,99 \pm 0,39$ s.d. $19,81 \pm 1,10$ g/100 g)⁴⁹.

Formulasi A3 ditemukan sebagai resep dengan kadar asam amino total tertinggi (10,00 g/100 g) dan formulasi A1 sebagai resep dengan kadar asam amino total terendah (7,39 g/100 g). Asam amino esensial yang terdapat dalam produk PMT-P berbasis labu kuning adalah histidin, treonin, tirosin, metionin, valin, fenilalanin, isoleusin, leusin, dan lisin. Sedangkan asam amino non-esensial yang terkandung dalam produk ini adalah asam aspartat, glutamat, serin, glisin, arginin, dan alanin. Asam amino esensial tertinggi pada produk PMT-P berbasis labu kuning dalam ketiga variasi adalah leusin yaitu sebesar 0,58 s.d. 0,79 g/100 g, sedangkan untuk asam amino non-esensial adalah glutamat yang mencapai 1,63 s.d. 2,33 g/100 g. Asam amino pembatas pada produk PMT-P berbasis labu kuning adalah lisin yang berkisar antara 0,18 s.d. 0,25 g/100 g dan tirosin yang berkisar antara 0,18 s.d. 0,25 g/100 g. Biji labu kuning (*Cucurbita moschata*) segar mengandung berbagai jenis asam amino, antara lain adalah: alanin ($7,43 \pm 1,01$ mg/kg), arginin ($7,03 \pm 0,56$ mg/kg), asam aspartat ($15,31 \pm 1,00$ mg/kg), glutamat ($42,94 \pm 3,06$ mg/kg), glisin ($12,97 \pm 1,63$ mg/kg), histidin ($11,74 \pm 0,89$ mg/kg),

isoleusin ($8,50 \pm 1,10$ mg/kg), leusin ($16,51 \pm 1,75$ mg/kg), lisin ($7,05 \pm 0,59$ mg/kg), metionin ($4,86 \pm 0,37$ mg/kg), fenilalanin ($10,99 \pm 0,91$ mg/kg), prolin ($12,98 \pm 0,76$ mg/kg), serin ($9,58 \pm 0,64$ mg/kg), treonin ($4,68 \pm 0,46$ mg/kg), tirosin ($4,74 \pm 0,10$ mg/kg), dan valin ($10,79 \pm 0,80$ mg/kg)⁴⁴. Meskipun Kementerian Kesehatan Indonesia belum menetapkan standar kandungan asam amino dalam PMT-P, organisasi kesehatan WHO/FAO/UNU telah menyediakan kebutuhan asam amino berdasarkan usia yang dirangkum dalam Tabel 6.

Perbandingan kadar jenis asam amino dengan nilai kebutuhan asam amino oleh WHO/FAO/UNU dirangkum dalam Tabel 7.

Tabel 6. Kebutuhan Asam Amino Anak Menurut WHO/FAO/UNU⁵⁰

Asam Amino	Usia 0,5 tahun	Usia 1-2 tahun
	(mg/kg/hari)	(mg/kg/hari)
Histidin	22	15
Isoleusin	36	27
Leusin	73	54
Lisin	63	44
Asam amino sulfur	31	22
Asam amino aromatik	59	40
Treonin	35	24
Triptofan	9,5	6
Valin	48	36

Tabel 7. Pemenuhan Kebutuhan Asam Amino Antar Formulasi untuk Batita Normal

Jenis Asam Amino	Kebutuhan Asam Amino (mg/kg/hari)		Pemenuhan Formulasi A1 (%)		Pemenuhan Formulasi A2 (%)		Pemenuhan Formulasi A3 (%)	
	Usia 0,5 tahun*	Usia 1-2 tahun**	Usia 0,5 tahun*	Usia 1-2 tahun**	Usia 0,5 tahun*	Usia 1-2 tahun**	Usia 0,5 tahun*	Usia 1-2 tahun**
Histidin	173,8	163,5	184,1	195,7	224,4	238,5	212,9	226,3
Isoleusin	284,4	294,2	116,0	112,2	126,6	122,4	144,2	139,4
Leusin	576,7	588,6	100,5	98,5	134,6	113,8	137,0	134,2
Lisin	497,7	479,6	36,2	37,5	48,2	50,0	50,2	52,1
Treonin	276,5	261,6	86,8	91,7	97,6	107,0	115,7	122,3
Valin	379,2	392,4	129,2	124,9	150,3	145,3	156,0	150,4

*Dengan asumsi bahwa rata-rata berat badan anak usia 6 bulan laki-laki sebesar 7,9 kilogram berdasarkan persentil SD-0 pada skor-Z berat badan untuk umur dari WHO ; *Dengan asumsi bahwa rata-rata berat badan anak usia 18 bulan laki-laki sebesar 10,9 kilogram berdasarkan persentil SD-0 pada skor-Z berat badan untuk umur dari WHO

Tabel 8. Pemenuhan Kebutuhan Asam Amino Antar Formulasi untuk Batita Gizi Kurang

Jenis Asam Amino	Kebutuhan Asam Amino (mg/kg/hari)		Pemenuhan Formulasi A1 (%)		Pemenuhan Formulasi A2 (%)		Pemenuhan Formulasi A3 (%)	
	Usia 0,5 tahun*	Usia 1-2 tahun**	Usia 0,5 tahun*	Usia 1-2 tahun**	Usia 0,5 tahun*	Usia 1-2 tahun**	Usia 0,5 tahun*	Usia 1-2 tahun**
Histidin	140,8	132,0	227,3	242,4	277,0	295,5	262,8	280,3
Isoleusin	230,4	237,6	143,2	138,9	156,3	151,5	178,0	172,6
Leusin	467,2	475,2	124,1	122,1	143,3	141,0	169,1	166,2
Lisin	403,2	387,2	44,6	46,5	59,5	62,0	62,0	64,6
Treonin	224,0	211,2	107,1	113,6	125,0	132,6	142,9	151,5
Valin	307,2	316,8	159,5	154,7	185,5	179,9	192,1	186,2

*Dengan asumsi bahwa rata-rata berat badan anak usia 6 bulan laki-laki sebesar 6,4 kilogram berdasarkan persentil SD-2 pada skor-Z berat badan untuk umur dari WHO ; *Dengan asumsi bahwa rata-rata berat badan anak usia 18 bulan laki-laki sebesar 8,8 kilogram berdasarkan persentil SD-2 pada skor-Z berat badan untuk umur dari WHO

Selain kuantitas, kualitas dari protein juga akan mempengaruhi nilai gizi dari suatu makanan⁵¹. Sejak tahun 1989, para ahli FAO/WHO memberikan rekomendasi untuk menggunakan *Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score* (PDCAAS) untuk mengevaluasi kualitas protein pada manusia, di mana metode ini dilakukan dengan menghitung nilai asam amino pembatas yang dikalikan dengan daya cerna protein untuk memprediksi utilisasi asupan protein⁵⁰. Namun metode PDCAAS dinilai memiliki keterbatasan karena nilai yang ditemukan dihitung menggunakan daya cerna total protein dan menggunakan asumsi bahwa semua asam amino memiliki daya cerna yang sama seperti protein⁵². Padahal bioavailabilitas asam amino ditentukan secara paling akurat pada ujung

usus halus (ileum), karena asam amino diserap hanya di dalam usus halus dan fermentasi *hindgut* dapat mempengaruhi ekskresi fekal asam amino. Oleh karena itu, suatu metode baru yang dinamakan *Digestible Indispensable Amino Acid Score* (DIAAS) diajukan oleh ahli FAO untuk menggantikan PDCAAS untuk menutupi kekurangan dari metode sebelumnya. Untuk menghitung nilai kualitas protein dengan metode DIAAS, maka dapat menggunakan rumus berikut.

$$DIAAS (\%) = \frac{100 \times \text{Asam Amino Pembatas (mg/g protein)}}{\text{Referensi Asam Amino (mg/g protein)}}$$

Dengan rumus tersebut, maka dapat diperoleh hasil nilai kualitas protein sebagai berikut:

Tabel 9. Nilai Kualitas Protein Berdasarkan Formulasi DIAAS

Jenis Asam Amino Pembatas	Nilai Referensi Asam Amino (mg/g protein)	Nilai Kualitas Protein Formulasi A1 (%)	Nilai Kualitas Protein Formulasi A2 (%)	Nilai Kualitas Protein Formulasi A3 (%)
Lisin	57,0	32,8	36,0	31,6

Menurut ahli FAO, kualitas protein dianggap baik apabila nilainya berkisar antara 75,0 – 99,9% dan dianggap sangat baik apabila nilainya mencapai 100% atau lebih⁵⁰. Merujuk pada hasil perhitungan menggunakan rumus DIAAS, seluruh formulasi belum dapat dinyatakan memiliki kualitas protein yang baik. Hal ini dapat dikarenakan oleh jalur biosintesis asam amino tanaman dalam memproduksi jenis asam amino tertentu dan keberadaan faktor anti-gizi yang terdapat dalam bahan makanan yang berasal dari tumbuhan seperti inhibitor tripsin, tanin, dan asam fitat yang mampu menghambat penyerapan protein dan asam amino serta mempengaruhi daya cerna secara negatif⁵³⁻⁵⁵. Penentuan nilai kualitas protein menggunakan tirosin tidak digunakan karena tidak memiliki nilai referensi asam amino individual, melainkan tergabung dalam grup asam amino aromatik lainnya bersama triptofan dan fenilalanin, sehingga dapat menimbulkan bias⁵⁰.

Pada dasarnya, protein merupakan senyawa kompleks organik yang disusun oleh asam amino yang saling terhubung melalui ikatan peptida, sulfhidril, hidrogen, serta gaya van der Waals⁵⁶. Meskipun asam amino adalah zat penyusun protein, hasil analisis total protein dan asam amino menunjukkan angka yang berbeda. Hal ini dapat dikarenakan oleh hakekat makanan yang merupakan materi heterogenik, perbedaan metode ekstraksi protein dari makanan, serta perbedaan metode pengujian protein yang digunakan, di mana analisis total protein pada penelitian kali ini menggunakan metode *Kjeldahl* sedangkan untuk menentukan total

asam amino dalam PMT-P berbasis labu kuning menggunakan metode *High-Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Pengujian protein dapat dilakukan dengan dua macam metode, yakni secara langsung maupun tidak langsung. Analisis protein secara langsung adalah perhitungan kandungan protein yang didasarkan pada analisis residu asam amino, sedangkan analisis protein secara tidak langsung dilakukan dengan menentukan kandungan nitrogen atau reaksi kimia dengan kelompok fungsional asam amino lainnya di dalam protein sebelum dikonversikan menjadi nilai protein dengan faktor angka tertentu^{57,58}.

Pada metode *Kjeldahl*, sampel dicampurkan dengan asam kuat seperti asam sulfat sehingga nitrogen dapat terlepas dan menjadi amonium sulfat.⁵⁹ Amonia yang terbentuk akan didistilasi menjadi solusi asam borat dalam kondisi alkali, di mana anion borat yang terbentuk dititrasi dengan asam hidroklorat standar dan dapat digunakan untuk menghitung jumlah nitrogen dalam sampel yang mampu menggambarkan jumlah protein. Karena metode *Kjeldahl* menganggap bahwa seluruh nitrogen yang terbentuk dari sampel bersumber dari protein, maka hal ini dapat menyebabkan kekeliruan perhitungan, karena nitrogen yang berasal dari senyawa yang mengandung nitrogen, seperti asam nukleat, klorofil, dan alkaloid; zat aditif non-protein, dan kontaminan, seperti melamin, juga turut dikalkulasi sebagai protein^{58,59}. Selain itu, ahli-ahli berpendapat bahwa sebagian besar protein mengandung 16% nitrogen, sehingga faktor konversi

yang umumnya digunakan adalah 6,25. Validitas dan akurasi dari penggunaan faktor konversi 6,25 juga telah memicu kontroversi karena faktor konversi satu-satunya tersebut dapat menyebabkan kekeliruan yang disebabkan oleh asumsi yang mengeneralisir kandungan nitrogen tetap dalam total protein.⁶⁰ Beberapa studi juga telah melaporkan adanya overestimasi jumlah protein yang diakibatkan oleh penggunaan faktor konversi 6,25^{57,61-63}.

HPLC merupakan bentuk metode kromatografi yang banyak digunakan pada analisis kimia untuk memurnikan, mengidentifikasi, menganalisis, dan menghitung senyawa-senyawa pada sampel⁶⁴. Prosedur dasar yang dilakukan dalam metode HPLC adalah dengan mengalirkan fase bergerak cair (*liquid mobile phase*) yang mengandung sampel pada tekanan tinggi yang didorong oleh pompa melalui kolom yang berisi matriks yang sesuai. Pemisahan akan dicapai melalui interaksi diferensiasi oleh molekul dengan matriks kolom, sehingga sampel akan terpisah ketika harus memasuki kolom tersebut. Struktur kolom menyediakan kemungkinan untuk menggunakan tekanan tinggi untuk mendorong fase bergerak untuk mengalir lebih cepat dan akhirnya proses separasi dapat dilakukan dalam waktu yang cepat. Sinyal dari molekul yang telah terpisah akan dideteksi oleh detektor yang sesuai dan data akan dianalisis dalam sistem komputer. Pada metode ini, protein diuraikan menjadi asam amino konstituen melalui hidrolisis ikatan peptida, di mana total protein akan ditentukan dengan menjumlahkan residu asam amino yang dianalisis secara kromatografis setelah dikurangi dengan massa molekular dari H₂O⁵⁸. Namun, proses hidrolisa yang melibatkan penggunaan asam kuat dan pemanasan tidak hanya memecahkan ikatan peptida saja, namun juga mengurangi atau bahkan menghancurkan beberapa kandungan asam amino, sehingga kandungan protein yang dianalisis bisa jadi lebih kecil dari jumlah sebenarnya.

Perbedaan Tingkat Kesukaan Panelis Terhadap Tiga Macam Formulasi PMT-P Berbasis Labu Kuning

Demi mencapai keberhasilan perbaikan status gizi, maka diharapkan para batita untuk bersedia mengonsumsi PMT-P berbasis labu kuning dengan jumlah porsi yang direkomendasikan. Oleh karena itu, tingkat penerimaan terhadap produk PMT-P berbasis labu kuning perlu diketahui terlebih dahulu kepada panelis agak terlatih. Meskipun perilaku makan batita umumnya dipengaruhi oleh kebiasaan makan keluarga dan pola asuh orang tua, penelitian mengusulkan bahwa balita dapat memiliki preferensi mengenai rasa sejak bayi melalui pengenalan rasa dari cairan amnion yang mengalami dampak dari pilihan makanan ibunya⁶⁵. Sejak lahir, bayi

cenderung lebih menyukai makanan yang manis karena mengingatkannya mereka terhadap ASI dan bahkan mampu memberikan efek analgesik yang menenangkan pada anak⁶⁶. Oleh karena itu, dapat diasumsikan bahwa makanan tambahan yang memiliki cita rasa manis dapat diterima dengan lebih mudah oleh batita. Pemilihan tekstur juga menjadi poin penting yang perlu diperhatikan demi meningkatkan daya penerimaan batita karena sejak anak berusia 4-6 bulan, batita mampu untuk menolak dan meludahkan makanan mereka, sehingga tekstur yang lembek dan tidak membutuhkan banyak usaha untuk dikunyah dapat memudahkan batita untuk mengonsumsi makanan tersebut⁶⁷. Bentuk makanan lokal yang dipilih untuk menjadi PMT-P dalam penelitian ini adalah menyerupai bubur yang berwarna kuning dan kecoklatan serta sedikit warna hijau, bergantung pada persentase biji labu kuning dalam resep yang digunakan, dan memiliki tekstur lembek. Bentuk menyerupai bubur ini dipilih karena pemilihan metode pengolahan pengukusan yang mudah diterapkan dan dapat mempertahankan kualitas zat gizi yang terkandung, serta menyesuaikan dengan bentuk makanan yang familiar bagi batita⁶⁸.

Hasil pengujian PMT-P berbasis labu kuning menggambarkan bahwa rata-rata panelis kurang menyukai penampilan formulasi A3 dibandingkan dengan A1 dan A2 ($p = 0,007$). Keluhan terbanyak terkait penampilan formulasi A3 adalah bentuknya yang terlihat keras dan kasar. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan persentase penggunaan daging labu dan biji labu kuning dalam resep. Daging labu mengandung kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan biji labu kuning, yang berkisar antara 88,21 g/100 g s.d. 91,60 g/100 g dibandingkan dengan biji labu kuning yang hanya mengandung 4,50 g/100 g s.d. 10,59 g/100 g^{21,24,28,69}. Oleh karena itu, formulasi A1 dan A2 yang mengandung lebih banyak daging labu dibandingkan dengan produk A3 memiliki penampilan yang lebih lembek dan tidak keras.

Penilaian dari aspek warna menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar variasi formulasi produk. Formulasi A3 merupakan jenis formulasi yang paling tidak disukai karena warnanya yang tampak lebih pucat dibandingkan dengan kedua produk lainnya yang memiliki warna kuning dan oranye cerah. Hal ini dapat terjadi karena produk A1 dan A2 mengandung persentase daging labu lebih besar daripada formulasi A3 yang memiliki kandungan biji labu paling banyak, di mana daging labu memiliki warna kuning-oranye keemasan yang diperoleh dari pigmen karotenoid seperti beta karoten yang memiliki aktivitas antioksidan 100% provitamin A dan banyak terkandung di daging labu kuning^{70,71}. Daging labu mengandung lebih banyak

beta karoten, yaitu berkisar antara $29,27 \pm 6,44$ mg/100 g s.d. $154,76 \pm 2,75$ mg/100 g dibandingkan dengan biji labu yang mengandung $7,15 \pm 1,50$ mg/kg beta karoten^{44,72}. Meskipun proses pemanasan dapat menguraikan maktriaks makanan dan merenggangkan serat pengikat karoten yang menyebabkan hilangnya zat gizi, namun bioavailabilitas karotenoid dalam makanan dapat bertambah⁷¹.

Berdasarkan hasil analisis statistik, tingkat kesukaan pada PMT-P berbasis labu kuning dalam aspek aroma menunjukkan adanya perbedaan bermakna antar formulasi. Subjek menyatakan bahwa produk A3 merupakan formulasi dengan aroma yang paling tidak disukai karena tidak memiliki wangi khas labu seperti variasi lainnya dan sebaliknya berbau khas biji labu. Berdasarkan studi yang dilakukan di Cina, daging labu kuning teridentifikasi mengandung empat puluh senyawa volatil yang memberikan aroma khas pada labu kuning, seperti alkohol, ester, dan alkena⁷³. Menurut penelitian tersebut, daging labu kuning mengandung eukaliptol, etanol, 2-heptanol, etil asetat, etil eter, dan 1R-alfa-pinene dengan kadar yang cukup tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Potocnik dan Kosir melaporkan bahwa sampel minyak biji labu yang belum dipanggang mengandung senyawa volatil berupa aldehid dan alkohol⁷⁴. Ketika dipanaskan, studi turut menyatakan bahwa senyawa aldehid, heksanal dan pentanal, terbentuk dari hasil oksidasi linoleate dan asam linolenat. 2-butenal, 3-metilbutanal, 2-metilbutanal, dan benzaldehid yang membentuk aroma *nutty* atau menyerupai kacang juga dilaporkan terjadi akibat adanya proses degradasi Strecker, di mana asam amino berubah menjadi senyawa aldehid^{74,75}.

Hasil uji statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan antar formulasi PMT-P berbasis labu kuning. Hal ini dapat dikarenakan oleh terlalu kecilnya jarak perbedaan persentase penggunaan biji labu kuning dalam tiap formulasi, yaitu 5%. Namun di antara ketiga variasi formulasi, produk A2 yang mengandung 25% biji labu kuning dinyatakan sebagai resep dengan rasa yang paling disukai. Penelitian melaporkan bahwa senyawa etil eter dan etanol yang terkandung dalam daging labu kuning menghasilkan rasa mirip nanas serta rasa yang murni dan segar.⁷³ Studi lainnya juga menyatakan bahwa proses pemasakan labu kuning dengan metode pengukusan memiliki rasa yang tidak jauh berbeda dengan rasa aslinya karena dapat mempertahankan senyawa-senyawa volatil, sedangkan senyawa volatil yang dikandung oleh biji labu memberikan rasa kacang yang lezat^{76,77}. Terdapat beberapa bahan lain yang memberikan pengaruh rasa terhadap produk PMT-P berbasis labu kuning, seperti gula merah dan santan. Selain memberikan rasa manis, gula merah

atau yang biasa dikenal dengan nama gula aren atau gula jawa juga memiliki kandungan berbagai zat gizi yang lebih baik dibandingkan dengan gula pasir, seperti kalsium, fosfor, dan zat besi⁷⁸. Santan memberikan rasa gurih dan *creamy* pada produk karena adanya kandungan lemak yang tinggi⁷⁹.

Meskipun tidak ditemukan adanya perbedaan tingkat kesukaan pada aspek tekstur menurut uji statistik antar formulasi PMT-P berbasis labu kuning, sebanyak 56% responden menyatakan rasa suka pada formulasi A1; sedangkan hanya 48% responden yang menyukai tekstur produk A2 dan 32% pada formulasi A3. Para responden mengaku bahwa formula A1 memiliki tekstur yang lebih lembut dan mudah untuk dilumat dibandingkan dengan kedua formulasi lainnya. Tekstur yang terbentuk demikian dapat diakibatkan oleh semakin tingginya penggunaan biji labu dalam formulasi A2 dan A3. Biji labu mengandung lebih banyak serat kasar (*crude fiber*) yang berkisar antara $4,2 \pm 0,1$ g/100 g s.d. $12,6 \pm 0,1$ g/100 g, dibandingkan daging labu yang hanya mengandung serat sebesar $0,5$ g/100 g s.d. $9,4 \pm 0,1$ ^{25,28}. Semakin tinggi kadar serat kasar yang ada di suatu makanan, maka semakin kasar pula tekstur makanan tersebut⁸⁰.

Merujuk pada hasil uji protein, asam amino, dan tingkat kesukaan, ditemukan bahwa nilai protein dan asam amino tidak selalu selaras dengan nilai tingkat kesukaan antar variasi. Sebagai contoh, formulasi A1 memiliki nilai protein dan asam amino paling rendah di antara kedua variasi lainnya, namun formulasi ini memiliki tingkat penerimaan tertinggi di segi penampilan, warna, aroma, dan tekstur. Meskipun formulasi A2 memiliki tingkat penerimaan di segi rasa tertinggi, namun uji statistik tidak menemukan adanya perbedaan bermakna di antara dua formulasi lainnya. Setelah dilakukan perbandingan, formulasi A1 ditetapkan sebagai formulasi yang dapat direkomendasikan berdasarkan nilai protein, asam amino, dan tingkat penerimaannya.

SIMPULAN

Formulasi A3 merupakan formulasi PMT-P berbasis labu kuning yang memiliki kandungan 30% biji labu dan ditemukan memiliki kandungan protein dan asam amino paling tinggi, di mana kandungan proteinnya berbeda secara signifikan dibandingkan dengan kedua formulasi lainnya. Formulasi A1 dengan kandungan 20% biji labu memiliki tingkat penerimaan tertinggi secara signifikan di segi penampilan, warna, dan aroma. Formulasi yang direkomendasikan untuk digunakan adalah formulasi A1.

DAFTAR PUSTAKA

1. Atmarita. Nutrition Problems in Indonesia. *Penelit Gizi dan Makanan*. 2005;28(2):35–46.
2. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Hasil Utama RISKESDAS 2018. Jakarta; 2018.
3. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah Tahun 2016. Semarang; 2017.
4. Walson JL, Berkley JA. The impact of malnutrition on childhood infections. *Curr Opin Infect Dis*. 2018;31(3):231–6.
5. Victora CG, Adair L, Fall C, Hallal PC, Martorell R, Richter L, et al. Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *Lancet*. 2008;371(9609):340–57.
6. Martins VJB, Florê TMMT, Santos CDL, Vieira MDFA, Sawaya AL. Long-Lasting Effects of Undernutrition. *Int J Environ Res Public Health*. 2011;8(6):1817–46.
7. Ernawai F, Prihatini M, Yuriestia A. Gambaran Konsumsi Protein Nabati dan Hewani pada Anak Balita Stunting dan Gizi Kurang di Indonesia. *Penelit Gizi dan Makanan*. 2016;39(2):95–102.
8. Diniyyah SR, Nindya TS. Asupan Energi , Protein dan Lemak dengan Kejadian Gizi Kurang pada Balita Usia 24-59 Bulan di Desa Suci, Gresik. *Amerta Nutr*. 2017;341–50.
9. Ibrahim IA, Nurdiyanah, Supriadi. Gambaran Asupan Energi Protein dan Konsumsi Ikan Anak Balita (24-59 Bulan) Gizi Kurang di Puskesmas Dahlia Kecamatan Mariso Kota Makassar Tahun 2015. *Media Gizi Pangan*. 2016;12(1):107–16.
10. Arsenaault JE, Brown KH. Effects of protein or amino-acid supplementation on the physical growth of young children in low-income countries. 2017;75(9):699–717.
11. Tome D, Jahoor F, Kurpad A, Micaelsen KF, Pencharz P, Slater C, et al. Current issues in determining dietary protein quality and metabolic utilization. *Eur J Clin Nutr*. 2014;68:537–8.
12. Furuta C, Murakami H. A Novel Concept of Amino Acid Supplementation to Improve the Growth of Young Malnourished Male Rats. *Ann Nutr Metab*. 2018;72(3):231–40.
13. Ditjen Bina Gizi dan Kesehatan Ibu dan Anak. Panduan Penyelenggaraan Pemberian Makanan Tambahan Pemulihan Bagi Balita Gizi Kurang (Bantuan Operasional Kesehatan). Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2011.
14. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Perbaikan Gizi untuk Generasi Agar Mampu Menangkan Persaingan. Jakarta; 2016.
15. Indriati R, Nugraheni SA, Kartini A. Evaluasi Program Pemberian Makanan Tambahan Pemulihan pada Balita Kurang Gizi di Kabupaten Wonogiri Ditinjau dari Aspek Input dan Proses. *Manaj Kesehat Indones*. 2015;3(1):18–26.
16. Iskandar. Pengaruh Pemberian Makanan Tambahan Modifikasi Terhadap Status Gizi Balita (Effect of supplementary feeding modification on nutritional status of toddler). *Aceh Nutr J*. 2017;2(2):120–5.
17. Fitriyanti F, Mulyati T. Pengaruh Pemberian Makanan Tambahan Pemulihan (PMT-P) Terhadap Status Gizi Buruk di Dinas Kesehatan Kota Semarang Tahun 2012. *J Nutr Coll*. 2014;1(1):373–81.
18. Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 51 Tahun 2016 tentang Standar Produk Suplementasi Gizi. Jakarta; 2016.
19. Drewnowski A, Dwyer J, King JC, Weaver CM. A proposed nutrient density score that includes food groups and nutrients to better align with dietary guidance. *Nutr Rev*. 2019;77(6):404–16.
20. Drewnowski A, Fulgoni VL. Nutrient density: principles and evaluation tools. *Am J Clin Nutr*. 2014;99(5):1223S–1228S.
21. United States Department of Agriculture. Full Report (All Nutrients) 12163, Seeds, pumpkin and squash seeds, whole, roasted, without salt. 2017.
22. Ocloo FCK, Bansa D, Boatin R, Adom T, Agbemavor WS, Lg POB. Physico-chemical , functional and pasting characteristics of flour produced from Jackfruits (*Artocarpus heterophyllus*) seeds. *Agric Biol J North Am*. 2010;1(5):903–8.
23. Uchôa-thomaz AMA, Sousa EC, Osvaldo J, Carioca B, Morais SM De, Lima A De, et al. Chemical composition, fatty acid profile and bioactive compounds of guava seeds (*Psidium guajava* L.). *Food Sci Technol*. 2014;34(3):485–92.
24. Karanja JK, Mugendi BJ, Khamis FM, Muchugi AN. Nutritional Composition of the Pumpkin (*Cucurbita* spp.) Seed Cultivated from Selected Regions in Kenya. *J Hortic Lett*. 2013;3(1):17–22.
25. Fedha MS. Physicochemical Characterization and Food Application Potential of Pumpkin (*Cucurbita* Sp.) Fruit and Seed Kernel Flours. Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology; 2008.
26. Miah MY, Bhattacharjee S, Sultana A, Bhowmik S, Kumar A. Evaluation of amino acid profile of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) seed and its utilization for development of protein enriched supplementary food. *J Noakhali Sci Technol Univ*. 2017;1(1):77–84.
27. Nicanor AB, Moreno AO, Ayala ALM, Ortiz GD. Guava Seed Protein Isolate: Functional and Nutritional Characterization. *J Food Biochem*. 2000;91(5):77–90.
28. United States Department of Agriculture. Basic Report 11422, Pumpkin, raw. 2017.
29. Dinas Pertanian Kabupaten Blora. Tingkat Produksi Labu Kuning di Indonesia. Blora; 2014.
30. Dipnaik K, Bathere D. Effect of soaking and sprouting on protein content and transaminase activity in pulses. *Int J Res Med Sci*.

- 2017;5(10):4271–6.
31. Gupta RK, Gangoliya SS. Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains. *J Food Sci Technol*. 2015;52(February):676–84.
 32. Widjajaseputra AI, Widyastuti TEW, Trisnawati CY. Potency of mung bean with different soaking times as protein source for breastfeeding women in Indonesia. *Food Res*. 2019;3(5):501–5.
 33. Holli EEB, Nour AAM, Ahmed AI. Effect of Soaking on the Nutritional Values of Kordala (*Maerua Pseudopetalosa*) Seeds Grown in Kordofan Region, Sudan. *J Food Technol Res*. 2017;4(2):40–5.
 34. D'Souza MR. Effect of Traditional processing Methods on Nutritional Quality of Field Bean. *Adv Biores*. 2013;4(3):29–33.
 35. Nissar J, Ahad T, Naik H, Hussain S. A review phytic acid: As antinutrient or nutraceutical. *J Pharmacogn Phytochem*. 2017;6(6):1554–60.
 36. Khattab RY, Arntfield SD, Nyachoti CM. Nutritional quality of legume seeds as affected by some physical treatments, Part 1: Protein quality evaluation. *LWT - Food Sci Technol*. 2009;42(6):1107–12.
 37. Mahesh S, Pavithra G, Parvathi M, Reddy R, Shankar A. Effect of processing on phytic acid content and nutrient availability in food grains. *Int J Agric Sci*. 2015;5(5):770–7.
 38. Hamed SY, El Hassan NM, Babiker HA, Eltayeb MM. Nutritional Evaluation and Physicochemical Properties of Processed Pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook) Seed Flour. *Pakistan J Nutr*. 2008;7(2):330–4.
 39. Abusham RAA. Nutritional evaluation of processed pigeon pea and roasted pumpkin seeds. 2007.
 40. Joye I. Protein Digestibility of Cereal Products. *Foods*. 2019;8(6):199.
 41. Preti R, Rapa M, Vinci G. Effect of Steaming and Boiling on the Antioxidant Properties and Biogenic Amines Content in Green Bean (*Phaseolus vulgaris*) Varieties of Different Colours. *J Food Qual*. 2017;1–8.
 42. Fabbri AD., Crosby GA. A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. *Int J Gastron Food Sci*. 2016;3:2–11.
 43. El-Adawy TA, Taha KM. Characteristics and Composition of Watermelon, Pumpkin, and Paprika Seed Oils and Flours. *J Agric Food Chem*. 2001;49:1253–9.
 44. Kim MY, Kim EJ, Kim Y, Choi C, Lee B. Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (*Cucurbitaceae*) species and parts. *Nutr Res Pract*. 2012;6(1):21–7.
 45. Barasi E, Fatimah F, Mamuja C. Karakterisasi Santan di Sulawesi Utara Sebagai Bahan Baku Santan Instan. *J Ilmu dan Teknol Pangan*. 2014;2(2):20–7.
 46. Patil U, Benjakul S, Prodpran T, Senphan T, Cheetangdee N. A Comparative Study of the Physicochemical Properties and Emulsion Stability of Coconut Milk at Different Maturity Stages. *Ital J Food Sci*. 2017;29:145–57.
 47. Manary M, Callaghan M. Protein Quality and Growth in Malnourished Children. *Food Nutr Bull*. 2016;37(Supplement 1):29–36.
 48. Sugiharto E, Ayustaningwarno F. Kandungan Zat Gizi dan Tingkat Kesukaan Roti Manis Substitusi Tepung Spirulina Sebagai Alternatif Makanan Tambahan Anak Gizi Kurang. *J Nutr Coll*. 2014;3(4):911–7.
 49. Imandira PAN, Ayustaningwarno F. Pengaruh Substitusi Tepung Daging Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dan Tepung Ubi Jalar Kuning (*Ipomoea batatas* L.) Terhadap Kandungan Zat Gizi dan Penerimaan Biskuit Balita Tinggi Protein dan B-Karoten. *J Nutr Coll*. 2013;2(1):89–97.
 50. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Auckland, New Zealand; 2011.
 51. Hendriks WH. Nutritional quality of proteins. Wageningen University & Research. Wageningen, Netherlands; 2019.
 52. Mathai JK, Liu Y, Stein HH. Values for digestible indispensable amino acid scores (DIAAS) for some dairy and plant proteins may better describe protein quality than values calculated using the concept for protein digestibility-corrected amino acid scores (PDCAAS). *Br J Nutr*. 2017;117:490–9.
 53. Gilani GS, Xiao CW, Cockell KA. Impact of Antinutritional Factors in Food Proteins on the Digestibility of Protein and the Bioavailability of Amino Acids and on Protein Quality. *Br J Nutr*. 2012;108:S315–32.
 54. Vliet S Van, Burd NA, Loon LJC Van. The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant-versus Animal-Based Protein Consumption. *J Nutr*. 2015;145(9):1981–91.
 55. Le DT, Chu HD, Le NQ. Improving Nutritional Quality of Plant Proteins Through Genetic Engineering. *Curr Genomics*. 2016;17(3):220–9.
 56. Halver JE. Chapter 3. Proteins and Amino Acids. Seattle, Washington; 2019.
 57. Lourenço SO, Barbarino E, De-Paula JC, Pereira LODS, Lanfer Marquez UM. Amino acid composition, protein content and calculation of nitrogen-to-protein conversion factors for 19 tropical seaweeds. *Phycol Res*. 2002;50(3):233–41.
 58. Mæhre HK, Dalheim L, Edvinsen GK, Elvevoll EO, Jensen IJ. Protein determination—Method matters. *Foods*. 2018;7(1):1–11.
 59. Jiang B, Tsao R, Li Y, Miao M. Food Safety: Food Analysis Technologies/Techniques. *Encycl Agric*

- Food Syst. 2014;3:273–88.
60. Lynch JM, Barbano DM. Kjeldahl nitrogen analysis as a reference method for protein determination in dairy products. *J AOAC Int.* 1999;82(6):1389–92.
 61. Hall NG, Schönfeldt HC. Total nitrogen vs. amino-acid profile as indicator of protein content of beef. *Food Chem* [Internet]. 2013;140(3):608–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.046>
 62. Mariotti F, Tome D, Mirand PP. Converting nitrogen into protein—Beyond 6.25 and Jones' factors. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2008;48:177–84.
 63. Jones DB. Factors for Converting Percentages of Nitrogen in Foods and Feeds into Percentages of Protein. Washington, DC, USA; 1941.
 64. Pratap G, Jadaun S, Dixit S, Saklani V, Mendiratta S, Jain R, et al. HPLC for Peptides and Proteins : Principles, Methods and Applications. *Pharm Methods.* 2016;8(1):139–44.
 65. Bellisle F. Intense Sweeteners, Appetite for the Sweet Taste, and Relationship to Weight Management. *Curr Obes Rep.* 2015;4(1):106–10.
 66. Mennella JA. The sweetness and bitterness of childhood: Insights from basic research on taste preferences. *Physiol Behav.* 2016;152:502–7.
 67. Boulanger AM, Vernet M. Introduction of new food textures during complementary feeding: Observations in France. *Arch Pédiatrie.* 2018;25(1):6–12.
 68. Van der Horst K, Deming DM, Lesniasukas R, Carr BT, Reidy KC. Picky eating: Associations with child eating characteristics and food intake. *Appetite.* 2016;103:286–93.
 69. Suranto, Tediato, Purwanto E, Setyono P, Mahadjoeno E. The Relationship Between Altitudes and the Contents of Protein, Carbohydrates, Lipids of Pumpkin (*Cucurbita moschata*). *Agrivita.* 2015;37(1):59–66.
 70. Usmiati S, Setyaningsih D, Purwani EY, S. Y, Maria OG. Karakteristik Serbuk Labu Kuning (*Cucurbita moschata*). *J Teknol dan Ind Pangan.* 2005;16(2):157–67.
 71. Carvalho LMJ de, Smirderle L de ASM, Carvalho JLV de, Cardoso F de SN, Koblitz MGB. Assessment of carotenoids in pumpkins after different home cooking conditions. *Food Sci Technol.* 2014;34(2):365–70.
 72. Shahidan N, Othman R, Hashim YZH-Y, Othman R. Carotenoid content in different locality of pumpkin (*Cucurbita moschata*) in Malaysia. *Int J Pharm Pharm Sci.* 2014;6(Supplement 3):29–32.
 73. Li CZ, Hu MX. Evaluation of three pumpkin species: correlation with physicochemical , antioxidant properties and classification using SPME-GC – MS and E-nose methods. *J Food Sci Technol.* 2017;54(10):3118–31.
 74. Potocnik T, Kosir IJ. Influence of roasting temperature of pumpkin seed on PAH and aroma formation. *Eur J Lipid Sci Technol.* 2016;119(3):1–8.
 75. Rizzi GP. The Strecker Degradation and Its Contribution to Food Flavor. In: Teranishi R, Wick EL, Hornstein I, editors. *Flavor Chemistry.* Boston, MA: Springer; 1999. p. 335–43.
 76. Leffingwell JC, Alford ED, Leffingwell D. Identification of the Volatile Constituents of Raw Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) by Dynamic Headspace Analyses. *Leffingwell Reports.* 2015;7(1):1–14.
 77. da Sila M de FG, de Sousa PHM, Figueiredo RW, Gouveia ST, Lima JSS. Cooking effects on bioactive compounds and sensory acceptability in pumpkin (*Cucurbita moschata* cv. Leite). *Rev Ciência Agronômica.* 2019;50(3):394–401.
 78. Rahmah FA, Nurminabari IS, Gozali T. Pengaruh Penggunaan Jenis Gula Merah dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Water Kefir. *Jurnal Penelitian Tugas Akhir.* Bandung; 2017.
 79. Marina AM, Azizah SN. Use of Coconut Versus Dairy Milk Products in Malaysian Dishes: Comparison of Nutritional Composition and Sensory Evaluation. *J Food Nutr Res.* 2014;2(4):204–8.
 80. Dhingra D, Michael M, Rajput H. Dietary fibre in foods: a review. *J Food Sci Technol.* 2012;49(June):255–66.