

# Formulasi Makanan Pendamping ASI (MP-ASI) Berbasis Singkong dengan Pendekatan *Linear Programming* dan Uji Daya Terimanya

Ishmah Hanifah<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Bisnis Jasa Makanan, Sekolah Vokasi, Universitas Djuanda, Indonesia

\*Email: ishmah.hanifah@unida.co.id

## ABSTRACT

*Cassava is a locally available, affordable, and energy-rich ingredient with strong potential for use in complementary feeding.*

*This study aimed to develop a cassava-based complementary food formulation using local ingredients through linear programming and evaluate its acceptability. The optimization process included selecting ingredients, determining their nutritional values from the literature, and formulating using decision variables, an objective function to maximize calories, and constraints for protein, fat, and carbohydrate contents, analyzed using POM-QM for Windows 5.*

*The final formulation included cassava, coconut milk, and egg white in a ratio of 7.3:6.2:11.1. Acceptability testing was conducted with 15 mothers and their children (8–48 months) using hedonic scales. Mothers rated the product's color highest (mean = 4), followed by aroma and appearance (mean = 3.8), and taste and texture (mean = 3.7). Children's facial expressions yielded an average score of 3.87, with three instances of spitting and twelve without. Proximate analysis revealed the product contained 0.45% ash, 2.81% fat, 82.18% moisture, 9.75% carbohydrates (by difference), and 4.81% protein.*

*In conclusion, the cassava-based complementary feeding formulation was generally acceptable to mothers and children. However, the proximate composition did not fully meet the nutritional standards set by the Indonesian Ministry of Health, suggesting the need for further formulation improvements and research.*

**Keyword** : acceptance test, cassava, complementary feeding, formulation, linear programming

**Submitted:** 2025-02-21    **Accepted:** 2025-04-28    **Published:** 2025-04-30    **Pages:** 60-73

## PENDAHULUAN

Makanan Pendamping ASI (MP-ASI) merupakan asupan tambahan selain Air Susu Ibu yang diberikan kepada bayi mulai usia enam bulan untuk memenuhi kebutuhan energi dan nutrisi yang tidak lagi dapat dipenuhi oleh ASI saja (Puspitasari *et al.*, 2024). Pemberian MP-ASI yang tepat sangat penting dalam mendukung pertumbuhan optimal, pembentukan daya tahan tubuh, perkembangan sistem imun, serta dalam upaya pencegahan stunting (Rostika *et al.*, 2019).

Pemilihan bahan baku untuk pembuatan MP-ASI menjadi faktor krusial, karena makanan yang diberikan kepada anak harus mengandung zat gizi makro dan mikro dalam komposisi seimbang, serta dalam porsi yang sesuai dengan kebutuhan nutrisinya (Handarini *et al.*, 2023). Penggunaan bahan pangan lokal sebagai dasar MP-ASI menjadi salah satu strategi yang efektif. Selain lebih mudah diakses dan lebih terjangkau secara ekonomi, pangan lokal juga dapat menyediakan kandungan gizi alami yang aman dan bervariasi bagi anak (Aulia *et al.*, 2023; Mashar *et al.*, 2021).

Singkong (*Manihot esculenta*) adalah salah satu sumber karbohidrat utama di Indonesia yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan dasar MP-ASI. Singkong mudah diperoleh, murah, dan kaya energi, mengandung 110–149 kkal per 100 gram, dengan 35,7% karbohidrat, 3,5% protein, dan 0,05% lemak, serta sejumlah mineral seperti kalsium dan zat besi, serta vitamin lainnya. Selain itu, singkong mengandung senyawa bioaktif seperti balanophonin, scopoletin, dan tanin, yang memiliki aktivitas antioksidan, anti-proliferatif, dan anti-inflamasi (Oladeji *et al.*, 2019; Mohidin *et al.*, 2022). Namun, singkong memiliki keterbatasan dalam kandungan protein, vitamin, dan mineral esensial lainnya, sehingga perlu dikombinasikan dengan bahan pangan lain untuk meningkatkan kualitas nutrisinya.

Adapun bahan lainnya yaitu putih telur dan santan segar berturut-turut sebagai sumber protein dan lemak. Putih telur, yang merupakan komponen utama dari seluruh bagian telur, menyumbang sekitar 58% dari volume total telur. Putih telur sebagian besar terdiri dari air (88%), protein (10,5%), karbohidrat (0,5%), abu (0,8%), dan lipid (0,2%). Protein-protein pada putih telur meliputi berbagai jenis protein, dengan yang paling melimpah di antaranya adalah ovalbumin, ovotransferrin, ovomucoid, ovomucin, lisozim, globulin, dan avidin. Putih telur digunakan sebagai bahan pangan dalam proses pengolahan karena kandungan asam amino esensialnya, tingkat bioavailabilitas yang tinggi, serta fungsionalitasnya yang sangat baik (Razi *et al.* 2023). Santan adalah cairan dari daging kelapa yang kaya asam lemak rantai sedang, mudah dicerna, dan cepat jadi sumber energi. Santan mengandung asam laurat yang membantu membunuh sel kanker, memperkuat imun, dan menjaga kesehatan pembuluh darah. Santan kaya akan vitamin E dan antioksidan, jarang menyebabkan alergi, serta membantu pencernaan. Kandungan nutrisinya meliputi zat besi, kalsium, kalium, magnesium, dan seng (Tulashie *et al.* 2022).

Pada pengembangan MP-ASI berbasis singkong, diperlukan pendekatan formulasi yang tepat agar hasil akhirnya mampu memenuhi standar kualitas nutrisi yang ditetapkan, seperti dalam

Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 224/Menkes/SK/II/2007. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah metode *linear programming*. *Linear programming* adalah metode matematis yang digunakan untuk menemukan solusi optimal dari suatu masalah dengan mempertimbangkan sejumlah batasan (Indah & Sari, 2019). Metode ini telah berhasil diterapkan dalam formulasi MP-ASI pada berbagai penelitian sebelumnya (Ismayanti & Harijono, 2015).

Formulasi MP-ASI dapat dioptimalkan untuk mencapai keseimbangan zat gizi makro dan mikro yang sesuai standar, sekaligus memaksimalkan nilai energi produk menggunakan metode *Linear programming*. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk mengembangkan formulasi MP-ASI berbasis singkong lokal yang tidak hanya ekonomis dan mudah diakses, tetapi juga mampu memenuhi kebutuhan nutrisi anak secara optimal.

## **METODE PENELITIAN**

Optimasi formulasi menggunakan pendekatan *linear programming* terbagi menjadi beberapa tahapan yaitu penyusunan bahan baku pembuatan MP-ASI singkong, pencarian kandungan gizi bahan baku berdasarkan studi literatur, penentuan formulasi dengan menentukan variabel keputusan, fungsi tujuan, dan fungsi kendala untuk dianalisis menggunakan aplikasi POM QM for Windows 5. Produk MP-ASI hasil formulasi kemudian dilakukan uji hedonik pada ibu dan anak di Posyandu Matahari, Kelurahan Mulyaharja, Kota Bogor sebanyak 15 panelis ibu dan anak usia 8-48 bulan. Panelis ibu akan mengisi kuisioner untuk ibu dan anaknya. Ibu akan mengisi berdasarkan raut muka yang diperlihatkan anaknya setelah mengkonsumsi MP-ASI. Adapun tahapan terakhir yaitu melakukan analisis proksimat.

Bahan baku pembuatan MP-ASI Singkong terdiri tiga bahan baku dan dua bahan tambahan diantaranya adalah singkong, santan segar, putih telur, daun pandan dan gula. Adapun cara pembuatan MP-ASI dilakukan dengan merebus singkong pada suhu 90°C selama 20 menit terlebih dahulu kemudian disaring halus menggunakan sendok dan saringan MP-ASI, kemudian masak air lalu setelah air mendidih, masukkan singkong, masak sekitar setengah jam sampai menjadi bubur, campur santan encer dan putih telur yang telah dikocok ke dalam bubur singkong, diaduk terus menerus, tahapan terakhir yaitu masukkan daun pandan dan gula.

Bahan baku dan cara pembuatan yang telah ditentukan kemudian dilanjutkan dengan formulasi dengan keputusan, fungsi menentukan variabel tujuan dan fungsi kendala/batasan. Variabel keputusan diantaranya  $X_1$  = singkong mentega,  $X_2$  = santan segar kelapa setengah tua dan

X3 = putih telur ayam. Fungsi tujuan yang ingin dicapai adalah maksimalisasi kalori (K) dengan persamaan:  $Z_{maks} = K1X1 + K2X2 + K3X3$ . Fungsi kendala atau batasan mencakup kandungan protein (P), lemak (L), dan karbohidrat (KH) yang disesuaikan dengan standar komposisi gizi MP-ASI berdasarkan ketentuan Kementerian Kesehatan RI Nomor 224/Menkes/SK/II/2007, yang dinyatakan dalam bentuk persamaan: Protein :  $P1X1 + P2X2 + P3X3 \geq$  batas bawah, Protein :  $P1X1 + P2X2 + P3X3 \leq$  batas atas, Lemak :  $L1X1 + L2X2 + L3X3 \geq$  batas bawah, Lemak :  $L1X1 + L2X2 + L3X3 \leq$  batas atas, dan Karbohidrat :  $KH1X1 + KH2X2 + KH3X3 \leq$  batas atas (Fath *et al.* 2020).

Uji hedonik dilakukan pada ibu dan pengamatan raut muka pada anak masing masing 15 panelis. Panelis ibu akan mengevaluasi produk meliputi aspek warna, aroma, rasa, tekstur, dan tampilan, yang dinilai menggunakan skala 1 hingga 5. Skor 1 menandakan ketidaksukaan yang sangat tinggi, sedangkan skor 5 menunjukkan tingkat kesukaan yang maksimal. Pada anak, uji yang dilakukan menggunakan kuisioner raut muka dan ada/tidaknya lepehan produk. Panelis merupakan balita dan baduta dengan berat badan dan tinggi badan yang normal. Panelis anak akan menunjukkan ekspresi setelah mengkonsumsi MP-ASI, ekspresi tersebut akan diamati oleh ibu dan dituliskan pada kuisioner raut muka. Skala penilaian berkisar dari 1 hingga 7, di mana skor 1 menggambarkan ketidaksukaan yang sangat tinggi, sedangkan skor 7 menunjukkan tingkat kesukaan yang sangat tinggi (Gambar 1).



Gambar 1. Skala Hedonik Raut Muka

Sumber: Aina dan Irianti, 2020

Analisis data dilakukan menggunakan Microsoft Excel dengan menghitung rata-rata. Pada analisis proksimat produk makanan pendamping, pengujian kadar abu dan kadar air merujuk pada standar SNI, kadar lemak diukur menggunakan metode gravimetri, dan kadar protein dianalisis menggunakan metode titrimetri.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Gizi Bahan Baku

Perolehan kandungan gizi untuk bahan singkong mengacu pada Mohidin *et al.* (2023), bahan santan segar mengacu pada Tulashie *et al.* (2022) dan bahan putih telur mengacu pada Razi *et al.* (2023) seperti yang tercantum pada Tabel 1. Bahan singkong berperan sebagai sumber karbohidrat dengan kandungan 35,7%, bahan santan segar sebagai sumber lemak dengan kandungan 23,8% dan bahan putih telur sebagai sumber protein dengan kandungan 10,5%. Bahan lainnya seperti daun pandan dan gula sebagai pendukung aroma dan penambah rasa MP-ASI.

Tabel 1. Kandungan Gizi Bahan Baku

Komponen	Bahan Baku		
	Singkong <sup>1</sup>	Santan segar <sup>2</sup>	Putih telur <sup>3</sup>
Kadar air (%)	-	67,6	88,0
Kadar abu (%)	-	0,7	0,8
Protein (%)	3,5	2,9	10,5
Lemak (%)	0,05	23,8	0,2
Karbohidrat by difference (%)	35,7	5,5	0,5

Sumber: <sup>1</sup>Mohidin *et al.*, 2023; <sup>2</sup>Tulashie *et al.*, 2022; <sup>3</sup>Razi *et al.*, 2023

Perolehan data kandungan gizi selanjutnya dilakukan perhitungan kalori untuk ketiga bahan baku. Setiap gram lemak dapat menghasilkan energi sebesar 9 kkal, sementara satu gram protein dan karbohidrat masing-masing menyumbang sekitar 4 kkal (Pargiyanti, 2019).

Tabel 2. Perhitungan Kalori Bahan Baku (100 gram)

Bahan baku	Protein (kkal)	Lemak (kkal)	Karbohidrat (kkal)	Total
Singkong	14	0,45	142,8	157,3
Santan segar	11,6	214,2	22	247,8
Putih telur	42	1,8	2	45,8

Kalori dari masing-masing bahan kemudian dijumlahkan. Kalori tertinggi didapatkan dari santan sebagai sumber lemak sebesar 247,8 kkal (Tabel 2).

## Formulasi MP-ASI

Tahapan formulasi dilakukan dengan menentukan standar /spesifikasi yang akan berperan sebagai batasan/kendala pada persamaan linear programming. Pada produk MP-ASI, batasan mengacu pada komposisi gizi MPA-SI/100 gram dari Kemenkes (2007) yang tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Gizi MP-ASI/100 gram

Komponen	Jumlah (gram/100 gram)
Protein	15-22
Lemak	10-15
Karbohidrat	Maks. 30

Sumber: Kemenkes, 2007

Variabel keputusan terdiri dari tiga bahan baku yang diperlukan untuk merumuskan MP-ASI berbasis singkong. Adapun variabel keputusan yang digunakan yaitu  $X_1$  = singkong,  $X_2$  = santan segar dan  $X_3$  = putih telur. Tujuan utama (fungsi tujuan) dalam perumusan ini adalah mengoptimalkan jumlah kalori yang diperoleh dari bahan baku, sesuai dengan standar kebutuhan kalori untuk MP-ASI. Simbol  $K$  pada persamaan fungsi tujuan yang telah dijelaskan pada metode penelitian merepresentasikan kandungan kalori dari masing-masing bahan. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Z_{maks} = 157,3X_1 + 247,8X_2 + 45,8X_3$$

Fungsi kendala ditentukan berdasarkan kebutuhan nutrisi dan kalori untuk makanan pendamping. Parameter yang digunakan meliputi kandungan energi, tingkat karbohidrat, tingkat protein, dan tingkat lemak dari setiap bahan baku. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Protein: } 0,0035X_1 + 0,0029X_2 + 0,0105X_3 \geq 0,15$$

$$\text{Protein: } 0,0035X_1 + 0,0029X_2 + 0,0105X_3 \leq 0,16$$

$$\text{Lemak: } 0,00005X_1 + 0,0238X_2 + 0,0002X_3 \geq 0,1$$

$$\text{Lemak: } 0,00005X_1 + 0,0238X_2 + 0,0002X_3 \leq 0,15$$

$$\text{Karbohidrat: } 0,0357X_1 + 0,0055X_2 + 0,0005X_3 \leq 0,3$$

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak POM-QM for Windows 5, dan hasil rasio yang diperoleh disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Rasio Bahan Baku

Bahan Baku	Rasio (gram)
Singkong	7,3
Santan segar	6,2
Putih telur	11,1

Sumber: POM-QM for Windows 5, 2024

Tabel 4. Menunjukkan perbandingan bahan yang perlu ditambahkan ke dalam resep MP-ASI Singkong untuk bahan singkong, santan dan putih telur berturut – turut yaitu 7,3:6,2:11,1. Peneliti menggunakan 73 gram singkong, 62 mL santan segar dan 111 gram putih telur, daun pandan 2-3 helai, gula pasir 2 sendok teh dan air 500 mL. Tahapan selanjutnya dilakukan simulasi memasak MP ASI skala laboratorium.

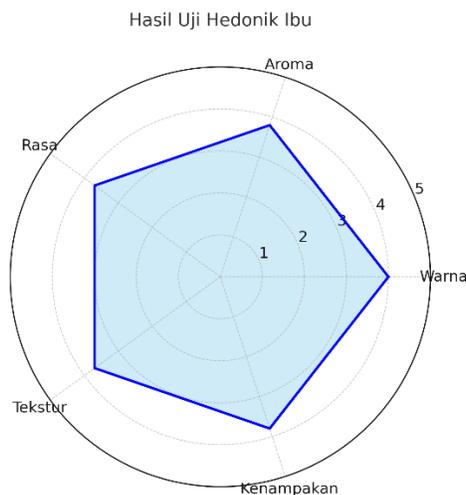


Gambar 2. MP-ASI Singkong

Gambar 2. Menunjukkan hasil simulasi MP-ASI singkong yang telah disajikan. Produk berbentuk bubur kental. Tekstur MP-ASI dapat disesuaikan dengan usia bayi untuk mempermudah proses menelan. Bayi berusia 0–6 bulan disarankan hanya mengonsumsi air susu ibu (ASI). Saat bayi mencapai usia 6–9 bulan, mereka mulai diperkenalkan secara bertahap dengan makanan bertekstur halus atau lumat. Kemudian, pada usia 9–12 bulan, mereka sudah dapat mengonsumsi makanan yang lebih lunak, seperti bubur nasi, nasi tim, dan jenis makanan sejenis lainnya. Pada usia 12–24 bulan, anak sudah dapat mulai dikenalkan dengan makanan padat seperti lontong, nasi, dan berbagai lauk pauk. Namun, makanan tersebut sebaiknya tetap memenuhi syarat tertentu, seperti rendah garam dan gula, tidak mengandung penguat rasa, serta tidak menggunakan bumbu dengan aroma yang terlalu kuat (Rostika *et al.*, 2019).

## Uji Hedonik dan Pengamatan Raut Muka

Uji Hedonik dilakukan pada ibu dan pengamatan raut muka pada anak di Posyandu Matahari, Kelurahan Mulyaharja, Kota Bogor. Pengujian hedonik bertujuan untuk menilai tingkat preferensi atau kesukaan seseorang terhadap suatu produk yang dikonsumsi. Pengujian hedonik panelis, yaitu individu yang bertugas menilai, akan mengevaluasi tingkat kesukaan terhadap suatu produk berdasarkan pengamatan yang melibatkan panca indera (Triandini & Wangiyana, 2022). Pengujian hedonik MP-ASI berbahan dasar singkong, para ibu diminta mencicipi produk dan memberikan penilaian berdasarkan tingkat kesukaan terhadap aspek warna, aroma, rasa, tekstur, serta tampilan. Penilaian dilakukan menggunakan skala 1–5, di mana 1 menunjukkan sangat tidak suka, 2 menunjukkan tidak suka, 3 menunjukkan netral, 4 menunjukkan suka, dan 5 menunjukkan sangat suka.



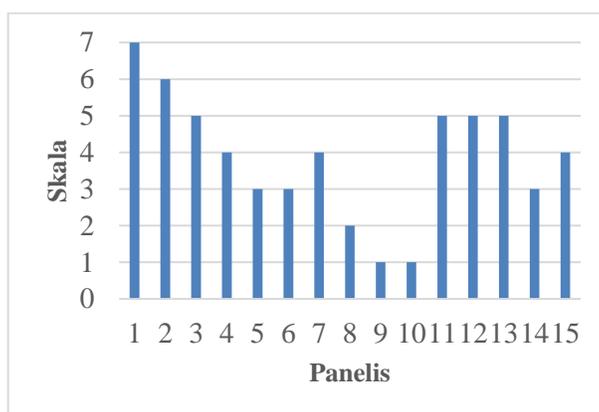
Gambar 3. Hasil Uji Hedonik Ibu

Gambar 3 menyajikan hasil uji hedonik oleh para ibu, di mana parameter warna memperoleh tingkat kesukaan tertinggi dengan rata-rata skor 4. Di sisi lain, rasa dan tekstur memiliki rata-rata skor yang sama, yakni 3,7. Adapun parameter aroma dan tampilan memperoleh rata-rata skor sebesar 3,8.

Keseluruhan parameter berdasarkan nilai rata rata menunjukkan ibu menyukai produk MP ASI singkong. Pada parameter warna yang dihasilkan yaitu putih yang berasal dari perpaduan bahan singkong, santan, dan putih telur sedangkan aroma yang ditimbulkan yaitu mengarah pada aroma pandan dan santan. Tekstur seperti bubur kental dengan perpaduan rasa singkong, santan dan putih telur. Aroma amis dari putih telur tertutupi oleh pandan dan santan.

Aroma atau bau memiliki peran penting dalam menentukan tingkat kelezatan suatu produk, yang dapat memengaruhi penerimaan atau penolakan oleh panelis. Setiap produk pangan memiliki karakteristik aroma yang berbeda, tergantung pada metode atau proses pengolahannya (Deglas, 2018).

Uji pengamatan raut muka pada anak dilakukan dengan menggunakan skala ekspresi wajah serta mengamati ada atau tidaknya lepehan makanan. Pengamatan raut wajah dan pengisian kuisioner dilakukan oleh ibunya. Skala ekspresi wajah yang digunakan berkisar dari 1 hingga 7, dengan kategori sebagai berikut: 1 untuk *Superbad*, 2 untuk *Really bad*, 3 untuk *Bad*, 4 untuk *Maybe good or maybe bad*, 5 untuk *Good*, 6 untuk *Really good*, dan 7 untuk *Super good*. Semua panelis anak dalam uji hedonik ini merupakan anggota dari posyandu matahari (mitra) yang berusia antara 8 hingga 48 bulan (balita dan baduta). Panelis berjenis kelamin laki laki berjumlah 8 orang, sedangkan perempuan berjumlah 7 orang. Adapun berat badan dan tinggi badan berturut turut berada pada rentang 7,2 – 15,7 kg dan 68 – 103,7 cm. Seluruh panelis memiliki berat dan tinggi badan yang berada dalam kisaran yang sesuai berdasarkan standar WHO (*World Health Organization*). Pada uji produk ini, terdapat dua jenis panelis, yaitu ibu dan anak. Anak-anak memiliki rentang usia yang cukup jauh, sehingga berpotensi menimbulkan variasi dalam penilaian. Namun, dalam uji hedonik MP-ASI ini, preferensi utama yang dijadikan acuan berasal dari penilaian ibu, sehingga hasil tetap fokus pada evaluasi yang lebih konsisten. Hasil uji pengamatan raut wajah pada anak mengacu pada Tabel 4. Hasil menunjukkan bahwa raut muka anak berada pada skala 1-7 dengan rata-rata 3,87 yang menunjukkan *maybe good or maybe bad*.



Gambar 4. Hasil Uji Hedonik Anak

Pada ada dan tidaknya lepehan mengacu pada tabel 4, rata-rata tidak ada lepehan. Lepehan dapat terjadi karena lidah anak baru merasakan rasa baru sehingga terasa asing pada preferensi rasa mereka.

Tabel 5. Hasil Uji Hedonik Anak

Ada/tidak lepehan	Jumlah Panelis
Ada	3
Tidak ada	12

Asupan makanan manusia diatur oleh mekanisme fisiologis yang kompleks yang tidak hanya terkait dengan rasa lapar dan kenyang, tetapi juga dengan persepsi rangsangan sensorik. Penilaian makanan sebagian besar didasarkan pada kesan sensorik seperti kenampakan, aroma, dan akhirnya rasa. Semua rasa dasar, yaitu manis, pahit, asin, asam, umami, serta lemak, berperan sebagai penanda kualitas makanan. Penelitian secara jelas menunjukkan bahwa kinerja sensorik dari alat pengenalan rasa adalah fitur individu yang dapat memengaruhi persepsi terhadap produk makanan dan pilihan makanan yang dikonsumsi sehari-hari (Sobek dan Dabrowski, 2022).

### Analisis Proksimat

Produk MP-ASI dikembangkan berdasarkan formulasi yang dihasilkan melalui metode *linear programming*, kemudian dianalisis secara kimiawi. Analisis tersebut mencakup pengukuran kadar protein, lemak, air, abu, total energi, energi dari lemak, serta kadar karbohidrat menggunakan metode *by difference*.

Tabel 6. Analisis proksimat MP-ASI

Komponen	Hasil	Standar
Kadar Abu	0,45 %	-
Kadar Lemak	2,81 %	10-15 %
Kadar Air	82,18 %	-
Karbohidrat (by difference)	9,75 %	Maks. 30 %
Protein	4,81 %	15-22 %
Energi dari lemak	25,29 kkal/100 g	-
Energi Total	83,53 kkal/100 g	-

Berdasarkan Tabel 6, komponen tertinggi dari produk MP-ASI Singkong adalah karbohidrat sebesar 9,75% dan disusul oleh protein sebesar 4,81%. Adapun energi yang dihasilkan yaitu 83,53 kkal/100 gram. Pada hasil analisis proksimat berikut belum memenuhi standar persyaratan spesifikasi teknis MP-ASI dari Kemenkes. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena penyederhanaan model, keterbatasan data, pendekatan terhadap batasan, dan kompleksitas bawaan dari sistem dunia nyata. Faktor-faktor ini menekankan pentingnya terus menyempurnakan model linear

programming dan mengintegrasikan teknik yang lebih canggih untuk mendekati kondisi dunia nyata dengan lebih baik. Model linear programming sering menyederhanakan proses dunia nyata agar sesuai dengan batasan linier, sehingga tidak mampu menangkap semua detail dari sistem sebenarnya. Penyederhanaan ini dapat menyebabkan perbedaan antara prediksi model dan hasil di dunia nyata (Pawlak dan Krawiec, 2017; Pawlak dan Krawiec, 2019).

Akurasi model *linear programming* sangat bergantung pada kualitas dan kelengkapan data masukan. Dalam banyak kasus, data mungkin tidak lengkap, penuh dengan *noise*, atau tidak sepenuhnya mencerminkan kondisi dunia nyata, sehingga menghasilkan hasil yang kurang akurat (Pawlak dan Krawiec, 2017; Pawlak dan O, Neil, 2021). Pada aplikasi dunia nyata, batasan mungkin tidak diketahui secara pasti atau hanya berupa perkiraan. Hal ini dapat menghasilkan model yang tidak sepenuhnya sesuai dengan batasan sebenarnya dari sistem, sehingga memengaruhi akurasi hasil (Pawlak dan Krawiec, 2017; Pawlak dan O, Neil, 2021). Sistem dunia nyata sering kali melibatkan hubungan yang kompleks dan non-linier, yang sulit ditangkap oleh model linier. Hal ini dapat menyebabkan perbedaan yang signifikan antara hasil model *linear programming* dan hasil aktual (Pawlak dan Krawiec, 2017; Pawlak dan Krawiec, 2019).

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Formulasi yang dihasilkan memiliki rasio singkong, santan, dan putih telur masing-masing sebesar 7,3:6,2:11,1. Pengujian hedonik oleh ibu, parameter warna memperoleh tingkat kesukaan tertinggi dengan rata-rata skor 4. Parameter rasa dan tekstur masing-masing mendapatkan nilai rata-rata 3,7, sedangkan parameter aroma dan tampilan mendapatkan nilai rata-rata 3,8. Hasil menunjukkan bahwa ekspresi wajah anak memiliki nilai rata-rata 3,87, dengan tiga panelis melaporkan adanya lepehan dan 12 panelis melaporkan tidak ada lepehan. Produk akhir memiliki kandungan abu sebesar 0,45%, lemak 2,81%, kadar air 82,18%, karbohidrat (*by difference*) 9,75%, dan protein 4,81%. Produk MP-ASI berbahan dasar singkong dapat diterima oleh ibu dan anak. Namun, berdasarkan analisis proksimat, produk ini belum memenuhi spesifikasi makanan pendamping ASI yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut.

## Saran

Kandungan gizi yang dibutuhkan untuk bayi yang sudah membutuhkan MP-ASI sesuai dengan Komposisi Gizi MP-ASI/100 gram anjuran Kemenkes 2007. Adapun kandungan gizi bahan baku produk perlu dilakukan secara langsung dan studi pustaka sebagai pendukung. Produk yang dikembangkan, selain dapat dibandingkan dengan standar yang ada dapat pula dibandingkan dengan produk MP-ASI komersial.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aina, Q., dan Irianti, B. (2020). Pengaruh Formulasi Kadar Protein dan Kalsium pada MP-ASI Kacang Tunggak dan Beras Merah terhadap Uji Organoleptik pada Ibu Bayi dan Uji Daya Terima pada Bayi. *Jurnal Gizi*, 9(1), 115-123.
- Aulia, R., Suryani, N., Norhasanah, dan Solechah, S.A. (2023). Daya Terima dan Nilai Gizi MP-ASI Berbahan Pangan Lokal Sebagai Upaya Mencegah Stunting Anak Baduta. *Jurnal Kesehatan*, 16(3), 235-246.
- Deglas, W. (2018). Kajian Karakteristik Sifat Fisiko Kimia dan Organoleptik Keripik Singkong Variasi Konsentrasi Larutan Natrium Bikarbonat (NAHCO<sub>3</sub>) dengan Proses Pendahuluan. *Jurnal Teknologi Pangan*, 9(2), 157-163
- Fath, H.K., Hanifah, I., dan Putri, W.D.R. (2020). Formulation of Lablab Bean and Black Soybean Food Bar Grits Using Linear Programming Method. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 13(1): 29-4.
- Handarini, K., Madyowati, S.O., Kusyairi, A., Hariyani, N., Sumaryam, Trisbiantoro, D., Hayati, N., dan Budiyanto, D. (2023). Penyuluhan Olahan Pangan Lokal dan Produk Berbasis Ikan Sebagai Upaya Pencegah Stunting. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(2), 296-309.
- Indah, D.R., dan Sari, P. (2019). Penerapan Model Linear Programming untuk Mengoptimalkan Jumlah Produksi dalam Memperoleh Keuntungan Maksimal (Studi Kasus pada Usaha Angga Perabot). *Jurnal Manajemen Inovasi*, 10(2), 98-115.
- Ismayanti, M., dan Harijono. (2015). Formulation of Complementary Feeding Based on Germinated Cowpea Flour and Corn Using Linear Programming. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(3), 996-1005.
- Kemenkes RI Nomor 224/Menkes/SK/II/2007. Spesifikasi Teknis Makanan Pendamping Air Susu Ibu (MP-ASI). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

- Mashar, S.A., Suhartono, dan Budiono. (2021). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Stunting pada Anak: Studi Literatur. *Serambi Engineering*, 6(3), 2076-2084.
- Mohidin S.R.N.S.P., Moshawih S., Hermansyah A., Asmuni M.I., Shafqat N., dan Ming L.C. (2023). Cassava (*Manihot esculenta* Crantz): A Systematic Review for The Pharmacological Activities, Traditional Uses, Nutritional Values, and Phytochemistry. *Tropical Review Article*, 28: 1-26.
- Pargiyanti. (2019). Optimasi Waktu Ekstraksi Lemak dengan Metode Soxhlet Menggunakan Perangkat Alat Mikro Soxhlet. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(2), 29-35.
- Pawlak, T.P., dan Krawiec, K. (2017). Automatic Synthesis of Constraints from Examples Using Mixed Integer Linear Programming. *European Journal of Operational Research*, 261(3), 1141-1157
- Pawlak, T.P., dan Krawiec, K. (2019). Synthesis of Constraints for Mathematical Programming with One-Class Genetic Programming. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 23, 117-129
- Pawlak, T., dan O'Neill, M. (2021). Grammatical evolution for constraint synthesis for mixed-integer linear programming. *Swarm and Evolutionary Computation*., 64, 100896.
- Puspitasari, A., Gutomo, A.M., Malika, A., Febriyanti, D., Adila, H., Pratomo, J.L., Supoyo, N.M.A., Fathahillah, R., Miftchuljannah, R.A., Andriani, T.A.C.P., dan Pamungkasari, E.P. (2024). Pemanfaatan Sumber Daya Alam Lokal Sebagai Makanan Pendamping ASI di Desa Ngleles, Kecamatan Juwangi, Kabupaten Boyolali. *Smart Society Empowerment Journal*, 4(2), 46 – 54.
- Rostika, Nikmawati, E.E., Yulia, C. (2019). Pola Konsumsi Makanan Pendamping Asi (MP-ASI) Pada Bayi Usia 12-24 Bulan. *Media Pendidikan, Gizi dan Kuliner*, 8(1), 63-73.
- Razi S.M., Fahim H., Amirabadi S., Rashidinejad.A. (2023). An Overview of The Functional Properties of Egg White Proteins and Their Application in The Food Industry. *Food Hydrocolloids*, 135, 1-8.
- Sobek, G., dan Dabrowski, M. (2022). The Importance of The Taste Preferences and Sensitivity of Mothers and Their Children in The Aspect of Excessive Body Weight of Children. *Frontiers in Endocrinology*.
- Triandini, I.G.A.H., dan Wangiyana, I.G.A.S. (2022). Mini-Review Uji Hedonik Pada Produk Teh Herbal Hutan. *Jurnal Silva samalas: Journal of Forestry and Plant Science*, 5(1), 12-19.

Tulashie S.K., Amenakpor J., Atisey S., Odai R., dan Akpari E.E.A. (2022). Production of Coconut Milk: A Sustainable Alternative Plant-based Milk. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2022, 6(2022): 1-8.

Oladeji, A.E., Bussie, M.D., Ibrionke, P., Therese, G., David, C. (2016). Nutritional Evaluation and Consumer Preference of Legume Fortified Maize-meal Porridge, *Journal of Food and Nutrition Research*, 4(10), 664-67

