

Artikel Penelitian

Optimasi Formula MP-ASI Bubuk Sumber Protein dengan Substitusi Hidrolisat Protein Ikan dan Tepung Kacang Hijau Menggunakan *Response Surface Methodology*

Optimization of Formula for High Protein–Complementary Food using Fish Protein Hydrolysate and Mung Bean Flour by Response Surface Methodology

Yosi Irene Putri¹, Syaiful Anwar², Diana Nur Afifah³, Ekowati Chasanah⁴, Yusro Nuri Fawzya⁴, Pujoyuwono Martosuyono⁴

¹Magister Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang

²Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

³Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang

⁴Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Jakarta

*Korespondensi dengan penulis (yireneputri@gmail.com)

Artikel ini dikirim pada tanggal 12 Februari 2019 dan dinyatakan diterima tanggal 21 Oktober 2019. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jatp>. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2019

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan formulasi bahan baku sumber protein pada Makanan Pendamping ASI (MP-ASI) untuk mendapatkan kandungan protein tertinggi. Metode eksperimen yang menggunakan 3-faktor 1-respon dengan menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM). Tepung susu skim, bubuk Hidrolisat Protein Ikan (HPI), dan tepung kacang hijau dengan berbagai konsentrasi digunakan sebagai sumber bahan baku dan kandungan protein digunakan sebagai respon. Hasil dari respon dianalisis dengan analisis varians (ANOVA) dan melihat nilai *desirability* (optimasi terbaik). Formula MP-ASI dari hasil optimasi protein terbaik kemudian dilanjutkan dengan analisis proksimat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis bahan baku memiliki pengaruh terhadap kandungan protein ($p < 0,05$). Tiga formula MP-ASI bubuk terbaik dari hasil optimasi adalah memiliki nilai *desirability* sebesar 0,714–0,791, kadar protein sebesar 18,72–19,38 g, kadar air berkisar 7,14–7,34 g, kadar abu berkisar 2,95–3,10 g dan kadar lemak berkisar 5,44–5,82 g dalam 100 g bubuk MP-ASI. Kesimpulannya, formula MP-ASI dapat ditentukan berdasarkan kadar protein tertinggi dan rasio bahan baku mempengaruhi kandungan nutrisi pada produknya.

Kata kunci: optimasi protein, MP-ASI, hidrolisat protein ikan, *response surface methodology*, analisis proksimat

Abstract

This research aims to optimize the formula of material for protein sources to get the optimum response (based on protein content). The method of 3-factor and 1-response was used using Response Surface Methodology (RSM) to analyze the materials of skim milk flour (g, X1), Fish Protein Hydrolysate (FPH) flour (g, X2), and mung bean flour (g, X3) as independent variable/factor, whereas protein (g, Y) was used as dependent variable /response. The results were analyzed with variant analysis (ANOVA) and observed its desirability value to obtain best optimum value. The best of formula was examined its nutrition value using proximate analysis. This research showed that independent variables (X) had significant effect to the dependent variable (Y) ($p < 0.05$). The best three formulas of high–protein complementary food had desirability value starting from 0.714 to 0.791. The proximate test resulted protein content of 18.72–19.38 g, moisture content of 7.14–7.34 g, ash content of 2.95–3.10 g, and fat content of 5.44–5.82 g. In conclusion, the best formula could be determined successfully using combinations of protein sources.

Keywords: protein optimization, complementary food, fish protein hydrolysate, response surface methodology

Pendahuluan

Pemberian asupan zat gizi yang memadai selama masa pertumbuhan dan perkembangan bayi sangat penting (Aboud *et al.*, 2009). Pertumbuhan bayi dalam 2 tahun pertama sangat cepat sehingga dibutuhkan asupan zat gizi yang optimal untuk mencukupi kebutuhannya (WHO, 2009). Bayi membutuhkan makanan tambahan atau yang disebut Makanan Pendamping ASI atau MP-ASI pada usia 6-24 bulan karena pemberian ASI saja tidak cukup untuk memenuhi kebutuhannya pada usia tersebut (WHO, 2001). Syarat kebutuhan gizi MP-ASI untuk bayi adalah memiliki kandungan tinggi energi, protein, lemak, vitamin dan

mineral maupun zat-zat lainnya serta mudah dicerna (Aboud *et al.*, 2009).

Protein dan asam amino esensial sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan anak termasuk bayi. Anak-anak lebih sensitif kekurangan zat gizi dibandingkan orang dewasa dikarenakan kebutuhan fungsi fisiologis anak untuk tumbuh dan berkembang secara pesat (Tessema *et al.*, 2018). Kebutuhan protein juga sangat berkaitan dengan kejadian *stunting* (Uauy *et al.*, 2016). Asam amino lisin cenderung mempengaruhi ekspresi *Insulin Growth Factor-1* (IGF-1) yang dapat merangsang pertumbuhan (terutama pertumbuhan linier). Lisin dapat meningkatkan pertumbuhan melalui

peningkatan sintesis dan sekresi IGF-1 yang dapat mempengaruhi signaling pertumbuhan *mammalian Target of Rapamycin* (mTOR). Pensinyalan mTORC1 dapat menentukan massa (ukuran) sel sehingga mempengaruhi pertumbuhan tulang (Wen-qian dan Fu-chang, 2010).

MP-ASI seharusnya dapat memenuhi kebutuhan energi dan protein bayi dengan kualitas zat gizi yang baik. Namun, MP-ASI yang difortifikasi ternyata mempunyai biaya yang cukup tinggi sehingga tidak dapat dijangkau sebagian besar masyarakat pada negara berkembang. Oleh karena itu, banyak masyarakat memilih makanan MP-ASI yang dibuat secara tradisional dengan kualitas MP-ASI yang rendah sehingga kebutuhan bayi menjadi tidak terpenuhi (Fikuru *et al.*, 2017). Dalam upaya pencegahan hal tersebut, dibutuhkan sumber protein yang ekonomis dalam pembuatan MP-ASI yaitu kacang hijau dan ikan. Kacang hijau dinilai memiliki nilai gizi tinggi, yaitu dengan kandungan protein sebesar 20,97–31,32% dan nilai ini tergolong lebih tinggi dari kacang kedelai, kacang merah, dan jagung (Anwar *et al.*, 2007). Asam amino yang lebih banyak terkandung dalam kacang hijau seperti leusin, lisin, fenilalanin dan tirosin, namun rendahnya jumlah asam amino yang mengandung sulfur menyebabkan daya cerna protein rendah dan adanya faktor antinutrisi (Xu *et al.*, 2015; Shevkani *et al.*, 2015). Asam amino esensial yang mengandung sulfur dalam produk ikan dapat menambah kekurangan protein nabati. Oleh karena itu, protein dalam campuran makanan antara protein hewani dan nabati bisa saling melengkapi kandungan asam amino. Ikan dikenal sebagai sumber protein yang kaya asam amino esensial seperti lisin, metionin, sistin, treonin, dan triptofan (Usyudus *et al.*, 2009).

Saat ini, teknik pengolahan ikan dengan menghidrolisis protein ikan secara enzimatis banyak digunakan untuk menghasilkan protein yang sederhana yang memiliki rantai peptida pendek sehingga mudah dicerna. Proses ini dapat dihasilkan produk pengolahan ikan yang disebut Hidrolisat Protein Ikan atau HPI yang memiliki sifat antioksidan dari peptida aktif yang dihasilkan (Chalamaiah *et al.*, 2012). Pada penelitian ini, produk HPI dibuat dari ikan kuniran dan enzim protease mikroba lokal dari bakteri *Bacillus licheniformis*. Ikan kuniran merupakan jenis ikan demersal (hidup dan makan di dasar laut) yang banyak dan berlimpah yang terdapat di perairan dan laut Indonesia (Asriyana dan Irawati, 2018). Produk ini telah dihasilkan oleh Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Hidrolisat protein ikan yang dihasilkan tergolong kaya asam amino leusin, lisin, fenilalanin serta tidak memiliki rasa pahit. Pada penelitian sebelumnya, HPI dibuat dari ikan lele dan enzim papain yang disubstitusi pada formula MP-ASI untuk menghasilkan bubur bayi instan yang tinggi protein namun masih meninggalkan cita rasa pahit (Aprilia dan Hati, 2016).

Guna melakukan optimasi formula maka penelitian ini diperlukan sebagai rangkaian dari pengembangan formula MP-ASI bubuk ini teknik optimasi dengan *Response Surface Methodology* (RSM). Teknik optimasi ini digunakan untuk

mendapatkan formula terbaik dari kombinasi yang ditentukan (Nuriana *et al.*, 2019). Metode RSM ini dapat membantu mencari formula terbaik berdasarkan pada nilai *desirability* yang > 0,7 (Mourabet *et al.*, 2017). Penelitian sebelumnya telah dilakukan dengan menggunakan metode RSM dalam pembuatan MP-ASI dengan bahan baku jagung, ercis dan jelai yang merupakan produk lokal dari Etiopia yang mengoptimasi zat gizi dan organoleptik dan didapat 14 formulasi campuran dengan rata-rata nilai protein berkisar 13,0–18,5% (Fikuru *et al.*, 2017). Hingga saat ini, belum ada penelitian yang serupa dengan menggunakan komponen tepung susu skim, protein lokal dari kacang hijau dan HPI. Oleh karena itu, penelitian menggunakan produk lokal ini penting sekali untuk dilakukan. Ikan yang digunakan pada penelitian ini berupa produk teknologi pangan lembaga penelitian nasional yang memiliki murah dan nilai gizi yang cukup tinggi dan termasuk dalam sumber protein hewani berkualitas lebih baik dibandingkan protein nabati (Tessema *et al.*, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan formula MP-ASI yang berasal dari tepung susu skim, kacang hijau dan HPI yang diharapkan mengandung protein tinggi. Optimasi formula dilakukan dengan menggunakan metode RSM. Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah dihasilkan produk MP-ASI bubuk yang mengandung protein tinggi dari tepung susu skim, kacang hijau dan HPI sehingga dapat menjadi alternatif penyediaan MP-ASI yang tinggi protein.

Materi dan Metode

Materi

Bahan yang digunakan untuk pembuatan MP-ASI bubuk adalah tepung susu skim IndoPrima®, bubuk HPI didapat dari Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan (menggunakan ikan kuniran dan enzim protease mikroba lokal dari bakteri *Bacillus licheniformis* yang diproses dengan lama masa inkubasi dan suhu tertentu) dan tepung kacang hijau Gasol®. Bahan sumber lemak, yaitu minyak kelapa sawit komersial, bahan baku sumber karbohidrat berupa tepung beras merah komersial. Bahan lain yang digunakan adalah gula halus dan air. Peralatan yang digunakan untuk memproduksi MP-ASI bubuk adalah *cabinet dryer* (Getra, Indonesia) yang dilakukan di Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro. *Drum dryer* (Armfield, Inggris) digunakan untuk pengeringan 3 formula terbaik yang dilakukan di Laboratorium Rekayasa Pangan Universitas Gadjah Mada. Peralatan lainnya adalah loyang, timbangan digital bahan makanan, panci, kompor, gelas ukur, saringan. Selanjutnya, uji proksimat, fisik dan organoleptik dilakukan di Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Jakarta.

Metode

Penelitian berlangsung selama Oktober sampai Desember 2018. Penelitian ini menggunakan teknik optimasi RSM dengan desain statistik *Box-Behnken* guna menghasilkan 17 formula kombinasi campuran sumber protein yang dibuat dengan pengeringan *cabinet dryer* bersuhu 50°C selama 16 jam. Tahap selanjutnya

adalah penentuan dan pembuatan 3 formula terbaik dari dengan menggunakan *drum dryer* bersuhu 70°C dan putaran 1 rpm. Kemudian dilakukan analisis proksimat pada 3 formula terbaik tersebut.

Desain Experimen RSM

Optimasi sumber protein dengan variabel independen (faktor) adalah X1 untuk tepung susu skim (TSS), X2 untuk bubuk HPI (HPI) dan X3 untuk tepung kacang hijau (TKH) dengan variabel dependen (respon) adalah Y untuk kadar protein. Kombinasi campuran sumber protein ini dioptimasi dengan program *Design Expert 7 (DX7)*. Penentuan batasan nilai tertinggi dan terendah komposisi bahan baku didapat dari penelitian pendahuluan pembuatan formula berdasarkan pada tekstur dan rasa (Tabel 1). Data ini dimasukkan ke program DX 7 untuk mendapatkan beberapa kombinasi campuran protein (CP) untuk mencari optimasi sumber protein terbaik.

Tabel 1. Batasan Bahan Baku Sumber Protein

Faktor	Minimum (g)	Maksimum (g)
Tepung susu skim (X1)	60	90
Bubuk HPI (X2)	24	38
Tepung kacang hijau (X3)	150	228

Proses Pembuatan 17 formula MP-ASI bubuk instan

Pembuatan MP-ASI bubuk instan ini komposisi kadar protein berdasarkan kombinasi yang dikeluarkan oleh program DX 7 yang terdiri dari 17 campuran kombinasi sumber protein. Cara pembuatan dengan metode *dry mixing* (semua bahan dicampurkan dalam keadaan kering) dan pengeringan dengan *cabinet dryer*. Bahan baku yang belum siap saji yaitu tepung beras merah dan tepung kacang hijau dimasak secara terpisah dengan perbandingan air yaitu 1:3 hingga terbentuk bubur. Bubur tersebut kemudian dikeringkan menggunakan alat *cabinet dryer* dengan suhu 50°C selama 16 jam. Kemudian, diblender untuk menghaluskannya menjadi bubuk dan diayak dengan ayakan 60 mesh. Setelah itu, semua bahan baku (tepung beras merah, tepung susu skim, bubuk HPI, tepung kacang hijau, gula halus) di campurkan kecuali minyak kelapa sawit. Minyak kelapa sawit dicampur ketika bubur MP-ASI instan ingin disajikan. Setelah itu, dilakukan analisis kadar protein pada 17 formula dengan metode yang telah ditentukan berdasar SNI (2017) dan didukung dengan data sensori (Setyaningsih *et al.*, 2010).

Optimasi Sumber Protein Terbaik

Optimasi pada program dilakukan berdasarkan input data variabel independen (X1, X2, X3) dan data analisis respon (Y). Output dari tahap optimasi berupa rekomendasi dari 17 formula yang optimal menurut program. Formula dengan nilai *desirability* maksimum adalah formula yang paling optimal. Nilai *desirability* berkisar dari 0-1,0 dan formula terbaik adalah dipilih dari formula yang memiliki nilai *desirability* >0,7 (Mourabet *et al.*, 2017).

Proses Pembuatan Formula Terbaik Hasil Optimasi

Pembuatan 3 formula terbaik ini hampir sama dengan pembuatan 17 formula sebagaimana prosedur yang telah dilakukan sebelumnya, namun terdapat sedikit perbedaan pada metode pengeringannya, yaitu menggunakan *drum dryer* dengan suhu 70°C dan putaran 1 rpm. Pembuatan formula terbaik terdiri dari beberapa bahan baku (Tabel 2).

Tabel 2. Formula Lengkap MP-ASI per 100 g

Bahan	Formula	Formula	Formula
	1	2	3
Beras merah	21,6	16,8	15,2
Tepung susu skim	18	15	18
Bubuk HPI	7,6	7,6	6,2
Tepung kacang hijau	37,8	25,6	45,6
Minyak kelapa sawit	10 g	10 g	10 g
Gula halus	5 g	5 g	10 g

Analisis Proksimat

Analisis kadar air dilakukan berdasarkan SNI (2015), kadar abu dianalisis dengan berdasarkan SNI (2010), analisis kadar protein dilakukan berdasarkan SNI (2006), analisis kadar lemak dilakukan dengan berdasarkan SNI (2017), serta analisis kadar karbohidrat dilakukan dengan menggunakan metode *by different* sesuai penelitian Sudarmadji *et al.* (1997).

Analisis Statistik

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji ANOVA. Seluruh teknis pengolahan data dianalisis menggunakan program DX7 sebagaimana terdapat pada Tabel 3. Terdapat 5 pengulangan formula kombinasi campuran sumber protein yang sama pada CP 8, 9, 12, 14, dan 17 dengan nilai X1= 75, X2= 31 dan X3= 189.

Hasil dan Pembahasan

Optimasi Sumber Protein dengan RSM

Optimasi dilakukan untuk mencari daerah optimum dari kadar protein formula (Tabel 3). Setelah semua nilai respon dimasukkan dalam desain penelitian, kemudian batasan atau *constrain* untuk respon (protein) ditentukan maksimal yaitu kadar protein 15–21 g dalam 100 g bubuk MP-ASI. Selanjutnya, RSM memberikan solusi terbaik untuk campuran sumber protein (tepung susu skim, bubuk HPI, tepung kacang hijau), yaitu F1= 90:38:189 ; F2= 75:38:228 dan F3= 90:31:228 dengan nilai *desirability* masing-masing sebesar 0,714; 0,791; dan 0,738. Kandungan protein dari kombinasi terbaik terdapat pada Tabel 4.

Pada penelitian sebelumnya, pembuatan MP-ASI dengan campuran jagung, ercis dan jelai, didapat formula dari 14 kombinasi campuran yang menghasilkan nilai protein tertinggi sekitar 18,5%. Hasil penelitian ini memiliki nilai optimal kandungan protein yang lebih tinggi yaitu 20,53%. Hal ini dipengaruhi dengan komposisi bahan pembuatan MP-ASI yang telah diketahui bahwa kualitas protein yang dari hewani lebih baik dari nabati (Tessema *et al.*, 2018). Protein hewani memiliki asam amino esensial yang lengkap, sedangkan protein nabati memiliki asam amino esensial yang tidak lengkap karena

kekurangan satu atau dua asam amino esensial. Kelengkapan asam amino juga menentukan nilai biologis protein hewani yang lebih tinggi dibandingkan protein nabati. Selain itu, protein nabati memiliki daya cerna yang lebih rendah karena protein nabati memiliki serat yang lebih banyak dan memiliki zat antinutrisi yang dapat menghambat pencernaan protein. Namun, protein nabati dinilai mengandung senyawa *phytochemical* yang memberikan efek yang menguntungkan untuk kesehatan (Hasim *et al.*, 2018). Senyawa *phytochemical* ini berfungsi sebagai pengatur kadar glukosa darah, meningkatkan profil lipid dan mengurangi risiko kanker (Lonnie *et al.*, 2018).

Tabel 3. Nilai Respon Optimasi Sumber Protein (g)

Run	Faktor			Respon (Analisis)
	X1 TSS	X2 HPI	X3 TKH	Y Protein
CP 1	90	31	150	18,44
CP 2	90	38	189	19,89
CP 3	60	31	228	19,15
CP 4	60	24	189	17,66
CP 5	75	24	150	17,47
CP 6	75	38	228	20,53
CP 7	60	31	150	16,91
CP 8	75	31	189	18,41
CP 9	75	31	189	18,13
CP 10	75	24	228	19,91
CP 11	90	24	189	18,92
CP 12	75	31	189	18,49
CP 13	60	38	189	18,42
CP 14	75	31	189	18,56
CP 15	90	31	228	20,18
CP 16	75	38	150	17,63
CP 17	75	31	189	18,48

Keterangan : CP = Campuran protein, TSS = Tepung Susu Skim, HPI = Hidrolisat Protein Ikan, TKH = Tepung Kacang Hijau

Tabel 4. Kombinasi Terbaik Campuran Sumber Protein Hasil Analisis

Variabel	Nilai		
	CP2/F1	CP6/F2	CP15/F3
Tepung susu skim	90	75	90
Bubuk HPI	38	38	31
Tepung kacang hijau	189	228	228
Protein (%bb)	19,89	20,53	20,18
<i>Desirability</i>	0,714	0,791	0,738

Keterangan : Deskripsi komposisi formula F1, F2, dan F3 terdapat pada Tabel 2.

Data optimasi sumber protein didukung oleh data sensori. Pada data sensori dari 17 formulasi MP-ASI bubuk didapatkan rata-rata hasil sensori tiap formula yang tidak jauh berbeda. Nilai uji organoleptik untuk warna dan kenampakannya adalah sebesar 4,1 dan 4,2 (tergolong disukai). Untuk tekstur dan rasa nilainya adalah 3,5 dan 3,4 (tergolong bersifat netral). Namun, untuk aroma nilainya adalah 2,5 (tergolong tidak disukai). Hasil deskriptif sensori aroma formula MP-ASI, didapat hasil yang kurang enak dan bau apek. Beberapa formula juga ada yang memiliki rasa *after taste* yang pahit. Hal ini terjadi karena terjadinya penurunan mutu

dari salah satu bahan baku yaitu penurunan mutu tepung kacang hijau dan tepung beras merah pada saat proses pengeringan menggunakan *cabinet dryer* dengan suhu 50°C selama 16 jam (data sensori tidak ditampilkan). Pengeringan dengan alat ini adalah berdasarkan pada perbedaan kelembaban udara dalam dan luar alat (Adawyah, 2014). Oleh karena pengeringan yang dilakukan pada tepung kacang hijau dengan suhu dengan 50°C selama 16 jam dapat menurunkan sifat organoleptik pangan, maka metode pengeringan 3 formula MP-ASI bubuk dilakukan dengan *drum dryer*.

Analisis Statistik dengan Program Design Expert

Penelitian ini menggunakan uji statistik dengan DX7 yang digunakan untuk menyesuaikan persamaan polinomial kuadrat dengan data eksperimen. Model matematika yang disarankan oleh program ini adalah model linier dengan nilai *p-value* <0,0001 karena memiliki peluang kesalahan yang kecil. Koefisien linear (X1, X2, X3) dihitung dengan statistik untuk menentukan signifikansi (Tabel 5). Hasil uji ANOVA dari data eksperimen ini didapatkan uji signifikansi lebih rendah dari tingkat signifikansi (*p-value*) 0,05. Artinya tepung susu skim, bubuk HPI dan tepung kacang hijau memiliki pengaruh yang nyata terhadap kadar protein.

Koefisien determinasi (R²) untuk respon (Y) adalah 93,19% yang menunjukkan bahwa model ini cocok untuk mewakili hubungan nyata antara parameter yang dipilih. Nilai R² yang diperoleh adalah 93,19 yang menunjukkan bahwa tepung susu skim, bubuk HPI, dan tepung kacang hijau memiliki 93,19% kontribusi terhadap kadar protein. Pred R² adalah ukuran seberapa baik model dalam memprediksi nilai respons. Pada penelitian ini nilai Pred R² adalah sebesar 88,16 artinya model persamaan ini dapat memprediksi respon (protein) sebesar 88,16%. Model regresi linier dari variabel dinyatakan sebagai persamaan berikut, $Y = 8,31616 + 0,044083X_1 + 0,044821X_2 + 0,029872X_3$, dengan keterangan X1, X2, dan X3 masing-masing adalah tepung susu skim, bubuk HPI, dan tepung kacang hijau.

Analisis Kadar Air

Kadar air MP-ASI bubuk instan berkisar antara 7,14–7,34 g dengan kadar air terendah pada formula F2 (Tabel 6). Nilai ini lebih tinggi dari nilai yang disyaratkan dalam SNI tepung bubur bayi yaitu sebesar 4 g per 100 g. Pangan yang memiliki kandungan air yang rendah dinilai dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme sehingga kontrol kadar air dalam makanan adalah salah satu strategi dalam suatu penyimpanan makanan (Syamaladevi *et al.*, 2016). Pada masa penyimpanan produk MP-ASI bubuk instan ini, agar tidak terjadi penurunan mutu pangan selama penyimpanan maka dilakukan kembali proses pengeringan setelah melakukan pencampuran semua bahan (*dry mixing*). Disamping itu, upaya ini adalah supaya kadar air pada produk dapat mencapai standar SNI dan meningkatkan umur simpan produk.

Tabel 5. Analisis varian (ANOVA) untuk Model Linier *Response Surface*

Sumber	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	Nilai F	Signifikansi
Model	15,14	3	5,05	59,27	<0,0001
X ₁	3,50	1	3,50	41,07	<0,0001
X ₂	0,79	1	0,79	9,25	0,0095
X ₃	10,86	1	10,86	127,49	<0,0001
Residual	1,11	13			
<i>Lack of Fit</i>	1,00	9	0,11	3,94	0,0997
<i>Pure Error</i>	0,11	4	0,028		
<i>Cor Total</i>	16,25	16			

Tabel 6. Analisis uji proksimat MP-ASI bubuk instan dalam satuan g per 100 g

Formula	F1	F2	F3	Komersial	SNI
Kadar air	7,34	7,14	7,19	-	Maks. 4
Kadar abu	3,10	2,95	3,07	-	3,5
Kadar lemak	5,44	5,82	5,48	9	10–15
Kadar protein	18,72	18,99	19,38	16	15–22
Kadar Karbohidrat	65,4	65,1	64,88	68	-

Keterangan : Deskripsi komposisi formula F1, F2, dan F3 terdapat pada Tabel 2.

Analisis Kadar Abu

Kadar abu pada formula MP-ASI bubuk instan kisaran antara 2,95–3,10 g dengan nilai kadar abu terendah terdapat pada formula F2. Nilai ini sedikit lebih rendah dari nilai yang disyaratkan dalam SNI tepung bubur bayi, yaitu tidak lebih dari 3,5 g per 100 g. Pada penelitian yang dilakukan Fikuru *et al.* (2016) bahwa pembuatan MP-ASI dengan campuran jagung, kacang polong dan gandum malt dapat menghasilkan kadar abu kisaran antara 1,5 dan 2,5 g per 100 g. Penelitian ini menggunakan kacang hijau yang dinilai tinggi kadar proteinnya, sehingga hal inilah yang dapat berkontribusi pada tingginya kadar abu yang didapat pada penelitian ini.

Abu merupakan mineral-mineral anorganik yang memiliki ketahanan cukup tinggi terhadap suhu maupun waktu penyimpanan sehingga keberadaannya dalam bahan pangan walaupun bisa mengalami penurunan, namun cenderung tetap. Jumlah mineral dalam tubuh harus dalam batas optimal. Hal ini disebabkan karena kelebihan dan kekurangan mineral dapat mengganggu kesehatan.

Analisis Kadar Lemak

Kadar lemak pada formula MP-ASI bubuk instan kisaran antara 5,44 – 5,82 g dengan nilai kadar lemak tertinggi terdapat pada formula F2 (Tabel 6). Nilai ini lebih rendah dari nilai yang disyaratkan dalam SNI yaitu sebesar 10–15 g per 100 g tepung bubur bayi, yang menandakan bahwa tepung bubur bayi ini masih dibawah yang disyaratkan dalam SNI. Lemak berperan penting dalam susu formula bayi dan dapat menyediakan asam lemak esensial (asam linoleat dan asam α -linolenat) dan vitamin yang larut dalam lemak (A, D, E, K) untuk bayi yang dapat disediakan dari campuran berbagai minyak nabati seperti minyak kelapa sawit, minyak kedelai, minyak kelapa (Bhandari *et al.*, 2013). Pada penelitian ini menggunakan minyak kelapa sawit. Rendahnya kadar lemak dalam produk ini diduga karena rendahnya kandungan lemak bahan utama yang tidak didukung dengan sumber lemak dari bahan lain.

Analisis Kadar Protein

Kadar protein pada formula MP-ASI bubuk instan kisaran antara 18,72–19,38 g dengan nilai kadar protein tertinggi terdapat pada formula F3 (Tabel 6). Nilai ini lebih tinggi dari nilai kadar protein produk bubur komersial yaitu 16 g per 100 g. Berdasarkan SNI kadar protein MP-ASI bubuk instan ini telah memenuhi syarat yaitu berkisar antara 15–22 g per 100 g tepung bubur bayi. Penurunan kadar protein 3 formula MP-ASI bubuk instan terbaik dibandingkan dengan 17 formula pembuatan sebelumnya diduga karena proses pengeringan dengan suhu yang berbeda. Ketiga formula MP-ASI bubuk instan terbaik ini di keringkan dengan *drum dryer* dengan suhu 70°C sedangkan sebelumnya dengan *cabinet dryer* dengan suhu 50°C. Efek dari proses pengeringan dengan suhu tinggi diduga menyebabkan penurunan kadar protein MP-ASI bubuk instan yang dihasilkan. Efek termal yang paling umum adalah pencoklatan non-enzimatis, denaturasi protein dan merusak kandungan vitamin dan pigmen yang peka terhadap panas. Denaturasi protein adalah penyebab utama penurunan dispersibilitas/kelarutan bubuk yang diperoleh dengan pengeringan pada suhu tinggi dengan waktu yang singkat (Berk, 2009).

Penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Naozuka dan Oliveira (2012) membuktikan proses pemanasan menurunkan konsentrasi total protein akibat adanya perubahan struktur protein, namun proses pemanasan dapat meningkatkan kualitas protein dengan inaktivasi atau menghancurkan komponen anti-nutrisi yang menghambat penyerapan protein dan perubahan unsur bioavailabilitas. Proses pemanasan yang mengurangi kadar air memiliki efek lebih besar pada peningkatan kadar protein. Proses ini disebut juga metode dehidrasi yang dapat meningkatkan kepadatan nutrisi suatu bahan makanan. Pengeringan secara signifikan meningkatkan pencernaan protein tetapi hanya sebesar 11–13% (Adu *et al.*, 2015).

Asupan protein tinggi pada anak usia dini dapat meningkatkan kadar asam amino yang membantu melepaskan hormon-hormon yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tulang (Luque *et al.*, 2015). Sangat penting

bagi bayi untuk makan sumber pangan dengan protein berkualitas tinggi dan mudah dicerna. Kombinasi protein hewani dan nabati dapat saling melengkapi kecukupan asam amino.

Analisis Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat pada formula MP-ASI bubuk instan kisaran antara 64,88–65,4 g dengan nilai kadar protein tertinggi terdapat pada formula F3 (Tabel 6). Nilai ini lebih rendah dari nilai kadar karbohidrat produk bubuk komersial yaitu 68 g per 100 g. Karbohidrat adalah bagian utama dari makanan dan sangat bervariasi dalam susunan kimianya. Sebagian besar makanan diproses secara termal sebelum dikonsumsi. Perubahan yang terjadi sebagai akibat dari proses termal juga cukup bervariasi. Karbohidrat terlibat dalam terjadinya *browning* selama proses pemanasan. Akibat terjadinya *browning* banyak perubahan yang terjadi warna dan aroma makanan. Perubahan pati oleh proses pemanasan dengan air memiliki pengaruh besar pada tekstur dan rasa (Liang *et al.*, 2018).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, MP-ASI bubuk instan terbaik hasil optimasi sumber protein dengan metode RSM dengan kadar protein berkisar 18,72–19,38 g per 100g tepung bubuk bayi dengan nilai *desirability* lebih besar dari 0,7. Oleh karena itu, kombinasi sumber protein ini dapat direkomendasikan sebagai MP-ASI bubuk instan yang memiliki kandungan protein yang tinggi dan sesuai SNI untuk dapat mencukupi kebutuhan bayi.

Daftar Pustaka

- About, F.E., Shafique, S., Akhter, S. 2009. Responsive feeding intervention increases children's self-feeding and maternal responsiveness but not weight gain. *The Journal of Nutrition* 139:1738-1743. DOI:10.3945/jn.109.104885.
- Adawyah, R. 2014. Pengeringan dan pengawetan ikan, Sinar Grafika Offset, Jakarta.
- Adu, O.B., Ogundeko, T.O., Ogunrinola, O.O., Saibu, G.M., Elemo, B.O. 2015. The effect of thermal processing on protein quality and free amino acid profile of *Terminalia catappa* (Indian Almond) seed. *Journal of Food Science and Technology* 52(7):4637–41. DOI:10.1007/s13197-014-1490-8.
- Anwar, F., Latif, S., Przybylski, R., Sultana, B., Ashraf, M. 2007. Chemical composition and antioxidant activity of seeds of different cultivars of mung bean. *Journal of Food Science* 72(7):S503-510. DOI:10.1111/j.1750-3841.2007.00460.x.
- Aprilia, V., Hati, F.S. 2016. Formulasi bubuk bayi MP-ASI yang diperkaya hidrolisat protein ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Gizi dan Dietetik Indonesia* 4(2): 88-96. DOI : 10.21927/ijnd.2016.4(2).88-96.
- Asriyana, Irawati, N. 2018. Makanan dan strategi pola makan ikan kuniran *Upeneus sulphureus*, Cuvier (1829) di perairan Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 18(1): 23-39 DOI: <https://doi.org/10.32491/jii.v18i1.372>.
- Berk, Z. 2009. Food process engineering and technology (Dehydration), Elsevier Academic Press, Israel.
- Bhandari, B., Bansal, N., Zhang, M., Schuck, P. 2013. Handbook of Food Powders: Infant Formula Powders, Woodhead Publishing, USA.
- Chalamaiah, M., Hemalatha, R., Jyothirmayi, T. 2012. Fish protein hydrolysates: proximate composition amino acid composition, antioxidant activities and applications: a review. *Food Chemistry* 135(4):3020–3038. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.06.
- Fikuru, O., Bultosa, G., Forsido, S.F., Temesgen, M. 2017. Nutritional quality and sensory acceptability of complementary food blended from maize (*Zea mays*), roasted pea (*Pisum sativum*), and malted barley (*Hordium vulgare*). *Food Science and Nutrition* 5(2):173–181. DOI:10.1002/fsn3.376
- Hasim, Arifin, Y.Y., Andrianto, A., Faridah, D.N. Ekstrak etanol daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai antioksidan dan antiinflamasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 8(3):86:93. DOI:10.17728/jatp.4201.
- Lonnie, M., Hooker, E., Brunstrom, J.M., Corfe, B.M., Green, M.A., Watson, A.W., Williams, E.A., Stevenson, E.J., Penson, S., Johnstone, A.M. 2018. Protein for Life: Review of optimal protein intake, sustainable dietary sources and the effect on appetite in ageing adults. *Nutrients* 10:360. DOI:10.3390/nu10030360.
- Liang, N., Chen, X-M., Kitts, D.D. 2018. Sugar loss attributed to non-enzymatic browning corresponds to reduce calories recovered in low-molecular-weight fraction. *Journal of Nutrition and Food Sciences* 8(2):1-6. DOI:10.4172/2155-9600.1000674.
- Luque, V., Closa-Monasterolo, R., Escribano, J., Ferré, N. 2016. Early programming by protein intake: the effect of protein on adiposity development and the growth and functionality of vital organs. *Nutrition and Metabolic Insights* 8(S1):49-56. DOI:10.4137/NMI.S29525.
- Mourabet, M., Rhilassi, A.E., Boujaady, H.E., Bennani-Ziatni, M., Taitai, A. 2017. Use of response surface methodology for optimization of fluoride adsorption in an aqueous solution by Brushite. *Arabian Journal of Chemistry* 10:S3292–S302. DOI:10.1016/j.arabjc.2013.12.028.
- Naozuka, J., Oliveira, P.V. 2012. Cooking effects on iron and proteins content of beans (*Phaseolus Vulgaris* L.) by GF AAS and MALDI-TOF MS. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 23(1):156-62. DOI:10.1590/S0103-50532012000100022.
- Nuriana, A., Aini, N., Karseno. 2019. Formulasi Breakfast Meal Flakes dari Tepung Suweg dan Stabilized Rice Bran Menggunakan Metode Respon Permukaan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 8(2):52–59. DOI: 10.17728/jatp.3952
- Pengkumsri, N., Chaiyasut, C., Saenjum, C., Sirilun, S., Peerajan, S., Suwannalert, P., Sirisattha, S., Sivamaruthi, B.S. 2015. Physicochemical and antioxidative properties of black, brown and red rice varieties of northern Thailand. *Journal of Food*

- Science 35(2):331- 338. DOI:10.1590/1678-457X.6573
- Setyaningsih, D, Apriyantono, A., Puspitasari, M. 2010. Analisis sensori untuk industri pangan dan agro. IPB Press, Bogor.
- Shevkani, K., Singh, N., Kaur, A., Rana, J.C. 2015. Structural and functional characterization of kidney bean and field pea protein isolates: a comparative study. *Food Hydrocolloids* 43:679–689. DOI:10.1016/j.foodhyd.2014.07.024.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-07111.1. 2005. Makanan Pendamping Air Susu Ibu (MP-ASI). 2005. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 2354.4. 2006. Penentuan kadar protein dengan metode total nitrogen pada produk perikanan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 2354.1. 2010. Pengujian kadar abu pada produk perikanan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 2354.2. 2015. Pengujian kadar air pada produk perikanan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 2354.3. 2017. Penentuan kadar lemak pada produk perikanan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Sudarmadji S, Haryono B, Suhardi.1997. Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan dan Pertanian, Liberty, Yogyakarta.
- Syamaladevi, R.M., Tang, J., Villa-Rojas, R., Sablani, H, Carter, B., Campbell, G. 2016. Influence of water activity on thermalresistance of microorganisms in low-moisturefoods: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 15:353-370. DOI:10.1111/1541-4337.12190.
- Tessema, M., Gunaratna, N.S., Brouwer, I.D., Donato, K., Cohen, J.L., McConnell, M., Belachew, T., Belayneh, D., Groote, H.D. 2018. Associations among high-quality protein and energy intake, serum transthyretin, serum amino acids and linear growth of children in ethiopia. *Nutrients* 10(1776): 4-17. DOI:10.3390/nu10111776.
- Uauy, R., Suri, D.J., Ghosh, S., Kurpad, A., Rosenbergd, I.H. 2016. Low circulating amino acids and protein quality: an interesting piece in the puzzle of early childhood stunting. *EbioMedicine* 8:28-29. DOI:10.1016/j.ebiom.2016.05.026.
- Usydus, Z., Szlinder-Richert, J., Adamczyk, M. 2009. Protein quality and amino acid profiles of fish products available in Poland. *Food Chemistry* 112:139–45. DOI:10.1016/j.foodchem.2008.05.050
- Wen-qian, J., Fu-chang, L. 2010. Effects of dietary lysine on growth performance, serum concentrations of Insulin-Like Growth Factor-I (IGF-I) and IGF-I mRNA expression in growing rabbits. *Agricultural Sciences* 9(6):887-95. DOI:10.1016/S1671-2927(09)60168-1.
- WHO. 2001. Complementary feeding: report of the global consultation, and summary of guiding principles for complementary feeding of the breastfed child. Convened jointly by the Department of Child and Adolescent Health and Development and the Department of Nutrition for Health and Development, WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, Geneva.
- WHO. 2009. Infant and young child feeding: model chapter for textbooks for medical student and allied health professionals, WHO Press, World Health Organization.
- Xu, X.P., Liu, H., Tian, L., Dong, X.B., Shen, S.H., Qu le, Q. 2015. Integrated and comparative proteomics of high-oil and high-protein soybean seeds. *Food Chemistry* 172:105–116 DOI:10.1016/j.foodchem.2014.09.035.