

Penggunaan tepung kacang hijau (*Vigna radiata*) untuk modifikasi formula enteral soya tinggi kalori bagi pasien status gizi kurang

*Utilization of mung bean (*Vigna radiata*) flour to modify high-calorie soy enteral formula for undernourished patients*

Latifatul Qolbi¹, Yohanes Kristianto², Dwipajati³

¹Program Studi Pendidikan Profesi Dietisien, Jurusan Gizi, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Malang, Jawa Timur, Indonesia

²Program Studi Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika, Jurusan Gizi, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Malang, Jawa Timur, Indonesia

³Program Studi D3 Gizi, Jurusan Gizi, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Malang, Jawa Timur, Indonesia

ABSTRACT

Background: Undernutrition remains a nutritional problem affecting some Indonesians, including patients during treatment. The high cost of commercial enteral formulas makes it necessary to update them with more affordable, functional local foods. Mung beans are a local source of vegetable protein that can be used in enteral formulas to help improve malnutrition. **Objective:** Developed an enteral formula using mung bean flour to help overcome the problem of malnutrition. **Methods:** Developed enteral products using enteral products based on mung bean flour, which was done by trial and error; changing the proportion of constituent ingredients to produce nutritional content close to the standard. The final product was assessed based on organoleptic quality, protein quality, proximate, fiber content, iron, and antioxidants. The hedonic quality assessment used 20 semi-trained panelists and 10 trained panelists. **Results:** The selected sample, based on the determination of the effectiveness of the best treatment level, was the soy enteral formula with a mung bean flour proportion of 35% and a calculated protein quality and digestibility of 72%. The nutritional content per serving is 8,19% protein, 16,42% fat, 92,11% carbohydrate, 7,70% moisture, 3,09% ash, 10,68% fiber, 151,779 ppm antioxidant, and 1,592% iron. The viscosity test value was 499.5 cP, with an osmolarity of 9,712.5 mOsm/L. **Conclusions:** Based on the research, it can be concluded that mung bean flour can be used as a functional ingredient in enteral formulas with good nutritional value and lower prices.

KEYWORDS: enteral formula; high-calorie; mung bean; soy; undernutrition

ABSTRAK

Latar belakang: Kurang gizi adalah masalah gizi yang masih dialami oleh sebagian masyarakat Indonesia, tidak terkecuali pasien dalam masa perawatan. Harga formula komersial yang tinggi membuat perlu adanya pembaruan formula enteral dengan memanfaatkan pangan lokal fungsional yang memiliki harga lebih terjangkau. Kacang hijau adalah sumber protein nabati lokal yang dapat dimanfaatkan dalam formula enteral dan membantu memperbaiki gizi kurang. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk membuat formula enteral yang memanfaatkan tepung kacang hijau untuk membantu mengatasi masalah gizi kurang. **Metode:** Mengembangkan formula enteral menggunakan tepung kacang hijau yang dilakukan secara *trial and error* dengan mengubah proporsi bahan penyusun sehingga menghasilkan kandungan gizi yang mendekati standar. Formula enteral akhir dinilai berdasarkan mutu hedonik, mutu protein, proksimat, kadar serat, zat besi, dan antioksidan. Penilaian mutu hedonik menggunakan 20 panelis semi terlatih dan 10 panelis terlatih. **Hasil:** Sampel yang terpilih berdasarkan penentuan efektivitas taraf perlakuan terbaik adalah formula enteral soya dengan dengan proporsi tepung kacang hijau 35% dan memiliki hasil hitung mutu protein dan mutu cerna 72%. Kandungan gizi per sajian (51 gram) yaitu 8,19% protein; 16,42% lemak; 92,11% karbohidrat; 7,70% kadar air; 3,09% kadar abu; 10,68% kadar serat; 151,779 ppm kadar antioksidan; serta 1,592% kadar zat besi. Nilai hasil uji viskositas sebesar 499,5 cP dengan hasil perhitungan osmolaritas 9712,5 mOsm/L, serta hasil penilaian mutu hedonik dalam batas yang dapat diterima. **Simpulan:** Tepung kacang hijau dapat dimanfaatkan sebagai salah satu pangan fungsional dalam pembuatan formula enteral karena mengandung nilai gizi cukup baik serta harga terjangkau.

KATA KUNCI: formula enteral; tinggi kalori; tepung kacang hijau; soya; status gizi kurang

Korespondensi: Dwipajati, Program Studi D3 Gizi, Jurusan Gizi, Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang, Jl. Besar Ijen 77 C, Kota Malang, Provinsi Jawa Timur, Indonesia, email: dwipajati@poltekkes-malang.ac.id

Cara sitasi: Qolbi L, Kristianto Y, Dwipajati. Penggunaan tepung kacang hijau (*Vigna radiata*) untuk modifikasi formula enteral soya tinggi kalori bagi pasien status gizi kurang. Jurnal Gizi Klinik Indonesia. 2025;22(1):27-40. doi: 10.22146/ijcn.91898

PENDAHULUAN

Status gizi adalah kejadian akibat adanya konsumsi dan metabolisme zat gizi di dalam tubuh. Terdapat tiga pembagian status gizi yaitu kurang, normal, dan lebih. *Underweight* dan *overweight* terjadi karena asupan dengan penggunaan zat gizi di dalam tubuh tidak seimbang [1]. Malnutrisi merupakan salah satu permasalahan dalam upaya penyembuhan pasien yang dihadapi oleh rumah sakit. Prevalensi pasien rawat inap yang mengalami malnutrisi (*hospital malnutrition*) sebesar 11-45% dan 21% lainnya termasuk dalam kategori risiko tinggi malnutrisi. Di Indonesia, pasien rawat inap yang mengalami penurunan status gizi sebanyak kurang lebih 75%. Kondisi malnutrisi yang terjadi pada pasien dapat disebabkan oleh banyak faktor. Dua faktor utama penyebab malnutrisi pada pasien adalah keparahan tingkat penyakit dan asupan makan yang tidak adekuat. Sebanyak 63,9% kasus malnutrisi yang terjadi pada pasien disebabkan asupan energi dan protein yang kurang [2].

Kebutuhan gizi yang tidak mampu dipenuhi secara oral akan disarankan untuk mendapat asupan melalui suplemen gizi. Suplemen yang diberikan sebanyak satu hingga tiga kali sehari dengan energi sebesar 300 kkal dan protein sebesar 12 gram yang disesuaikan dengan jumlah, waktu, keadaan, kebutuhan zat gizi, serta tujuan pengobatan [2]. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah asupan makanan yang tidak adekuat pada pasien adalah dengan pemberian formula enteral untuk pasien. Formula enteral diberikan agar usus dapat berfungsi secara normal. Formula enteral tinggi kalori dan protein memiliki densitas energi dengan rentang 1,0 hingga 2,0 kkal/ml dengan jumlah 200 hingga 250 ml. Formula enteral diberikan pada pasien dalam rentang waktu 3 hingga 4 jam supaya formula enteral yang diberikan mampu menyumbangkan energi hingga 2.000 kkal dan tidak terjadi retensi dan regurgitasi pada lambung [3].

Formula enteral secara umum diberikan pada pasien yang menggunakan *nasogastric tube* (NGT), mengalami masalah pada pencernaan dan penyerapan zat gizi. Formula enteral yang ada di rumah sakit biasanya dibuat dengan bahan makanan segar dan disajikan dalam bentuk cair. Sementara formula enteral komersial

biasanya diberikan dalam bentuk siap seduh pada jam malam [3]. Formula enteral komersial yang beredar di masyarakat tersedia dalam bentuk bubuk siap seduh yang memiliki kelebihan berupa lebih ekonomis dan rasa yang lebih mudah diterima oleh pasien. Selain itu, formula enteral komersial juga memiliki konsistensi dan osmolaritas yang telah terukur, tetapi memiliki harga yang cukup mahal [3]. Oleh karena itu, perlu adanya perubahan formula enteral dalam berbentuk siap seduh dengan bahan dasar yang telah terjamin dengan harga jual lebih murah.

Protein nabati dari kacang kedelai dan kacang hijau dapat menjadi alternatif untuk memperbaiki status gizi kurang dan gizi buruk. Protein hewani seperti susu dapat diganti dengan sumber energi yang terjangkau dari protein nabati [2]. Kacang kedelai lokal dan kacang hijau merupakan pangan lokal fungsional dan mempunyai harga beli lebih terjangkau. Kandungan protein dalam kacang hijau cukup lengkap yaitu sebesar 22% yang berfungsi mempercepat pembentukan sel tubuh dan pertumbuhan. Kacang hijau mengandung asam lemak tak jenuh. Kandungan mineral seperti fosfor, vitamin, dan kalsium dalam kacang hijau dapat membantu dalam proses pertumbuhan [4]. Upaya untuk mempermudah dalam pembuatan dan memperpanjang umur simpan formula enteral yaitu mengolah kacang hijau dan kacang kedelai lokal menjadi bentuk tepung. Selain karena mudah didapat, kacang hijau dan kacang kedelai lokal dalam bentuk tepung memiliki harga lebih murah daripada formula enteral komersial. Selain untuk menekan harga pembuatan, menggunakan formula enteral lokal juga bisa membantu meningkatkan daya saing dan memperkenalkan formula enteral petani lokal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besaran perbandingan nilai gizi serta biaya yang dibutuhkan dalam membuat produk formula enteral modifikasi yang berbasis tepung kacang-kacangan. Satu resep formula enteral tepung soya memiliki kandungan energi dan protein lebih tinggi dibandingkan kandungan energi dan protein yang terkandung dalam satu resep formula enteral komersial. Tepung kacang-kacangan yang dijadikan sebagai bahan utama tersedia dan mudah ditemukan di pasaran dengan harga yang cukup murah sehingga biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan satu resep formula ini menjadi lebih rendah. Penggunaan tepung

soya sebagai bahan baku dalam pembuatan formula enteral ini menjadikan formula ini memiliki keunggulan dari segi kandungan gizi dan juga biaya yang jauh lebih terjangkau sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif formula enteral komersial.

BAHAN DAN METODE

Desain dan subjek

Penelitian yang dilakukan adalah eksperimen dengan metode *trial and error*. Metode *trial and error* adalah cara sederhana dengan melakukan perhitungan gabungan beberapa bahan dengan metode percobaan untuk mendapatkan hasil formula enteral yang hampir sesuai atau mendekati standar gizi formula enteral yang diharapkan [5]. Penelitian dilakukan pada Bulan November 2023 di Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang (Polkesma), Laboratorium UCR sebagai tempat kegiatan uji organoleptik oleh panelis dan Laboratorium Ilmu Bahan Makanan dan Pengolahan sebagai tempat kegiatan pengolahan formula enteral. Laboratorium Universitas Airlangga Surabaya sebagai tempat uji proksimat, kadar serat, kadar antioksidan, dan kadar zat besi. Peneliti melakukan pengembangan formula enteral dengan substitusi kacang hijau dalam bentuk tepung. Tiga taraf pengembangan dengan proporsi susu soya : tepung soya lokal : tepung kacang hijau, yakni P0 (100 : 0 : 0), P1 (0 : 65 : 35), P2 (0 : 60 : 40), dan P3 (0 : 57,5 : 42,5). P0 adalah formula enteral soya tinggi kalori berbahan dasar susu skim dan susu soya komersial yang digunakan sebagai kontrol.

Penyusunan bahan pengembangan formula secara rinci disajikan pada **Tabel 1**. Panelis semi terlatih untuk

pengujian organoleptik sebanyak 20 orang yang terdiri dari mahasiswi Gizi Polkesma dengan rentang usia 19-25 tahun. Uji mutu hedonik telah banyak dilakukan untuk mengetahui daya terima terhadap formula enteral yang dihasilkan. Jumlah panelis sebanyak 20 orang telah banyak digunakan dalam penelitian sebelumnya [6-8]. Sementara untuk penentuan taraf perlakuan terbaik dilakukan oleh 10 panelis ahli/terlatih yang terdiri dari tenaga pendidik pria dan wanita berusia 34-57 tahun di lingkungan Polkesma. Sementara untuk kriteria panelis ahli/terlatih yaitu memiliki sensitivitas yang tinggi, memiliki pengalaman, latihan yang lama dalam mengukur dan menilai sifat karakteristik secara tepat, serta memiliki keterkaitan dengan bidang pengujian [9]. Analisis penentuan taraf perlakuan terbaik digunakan untuk menentukan nilai formula enteral terbaik dari sejumlah perlakuan yang dilakukan [10]. Jumlah panelis terlatih dalam penelitian ini telah dilakukan juga dalam beberapa penelitian lain dengan jumlah panelis yang sama [11-13].

Kriteria inklusi panelis semi terlatih yaitu mahasiswa gizi Polkesma yang sudah pernah melakukan uji daya terima pada perkuliahan, berusia 19-25 tahun, bersedia untuk menjadi seorang panelis, dalam keadaan sehat, tidak dalam pengaruh alkohol dan obat-obatan, tidak memiliki riwayat alergi pada bahan utama pembuatan formula enteral, telah mengikuti materi uji daya terima, tidak dalam keadaan kenyang atau lapar sebelum dilakukan uji daya terima (dalam waktu 1,5 – 2 jam sebelum pengujian dimulai sudah makan), telah memperoleh penelitian awal agar dalam pelaksanaan uji memiliki persepsi yang sama. Sementara kriteria eksklusi panelis semi terlatih yaitu menderita suatu penyakit yang berkaitan dengan penurunan fungsi imun (asma, hepatitis, penyakit autoimun dan lain-lain) dan atau penyakit yang berkaitan dengan penurunan fungsi metabolisme tubuh (diabetes mellitus, xanthoma, dan lain-lain). Pengkajian etik telah dilakukan dengan nomor sertifikat laik etik: 0355/EC/KEPK/UNUSA/2023 oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya.

Pengumpulan dan pengukuran data

Kandungan energi dan zat gizi. Penentuan nilai energi dan zat gizi dilakukan secara empiris. Kadar

Tabel 1. Bahan formula enteral soya

Nama bahan	P0	P1	P2	P3
Susu soya (g)	100,0	0,0	0,0	0,0
Susu soya lokal (g)	0,0	65,0	60,0	57,5
Tepung kacang hijau (g)	0,0	35,0	40,0	42,5
Susu skim (g)	80,0	80,0	80,0	80,0
Minyak kelapa (g)	10,0	10,0	10,0	10,0
Minyak kanola (g)	15,0	15,0	15,0	15,0
Maltodextrin (g)	20,0	20,0	20,0	20,0
Gula pasir (g)	30,0	30,0	30,0	30,0
Total (g)	255,0	255,0	255,0	255,0
Berat per sajian (g)	51,0	51,0	51,0	51,0

protein, lemak, kadar air, abu, serat, antioksidan, dan zat besi diuji secara berurutan dengan metode Kjehdal, Soxhlet, Luff Schroll, oven, gravimetri, gravimetri, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), dan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS).

Mutu protein dan daya cerna. Penentuan skor asam amino (AAS) dimulai dengan membuat tabel konsumsi pangan yang akan ditentukan Tingkat Konsumsi Asam Amino Esensial (TKAE). Selanjutnya melakukan perhitungan konsumsi protein berdasarkan jumlah pangan yang dikonsumsi dari setiap jenis pangan dan jumlahkan ke bawah sehingga diperoleh nilai P yang mewakili total konsumsi protein. Setelah nilai P didapatkan, selanjutnya menghitung konsumsi Asam Amino (AA) berdasarkan jumlah protein yang dikonsumsi. Konsumsi masing-masing asam amino tersebut kemudian dihitung dalam satuan mg asam amino per gram protein, sehingga diperoleh L/P, T/P, R/P dan M/P. Langkah terakhir adalah menghitung rasio perbandingan masing-masing konsumsi asam amino terhadap pola kecukupan asam amino dengan menggunakan rumus asam amino (mg) dalam protein sampel dibagi dengan dengan asam amino (mg) yang terkandung dalam protein standar dikalikan dengan 100. Hasil skor asam amino yang lebih dari 100, maka tetap ditulis 100 [14]. Lebih lanjut, *Net Protein Utilization* (NPU) merupakan perbandingan jumlah nitrogen yang diretensi dalam tubuh dengan jumlah nitrogen yang dikonsumsi, metode yang hampir sama dengan nilai biologis. Pada metode NPU, dapat mengetahui gambaran bagaimana tubuh mempertahankan protein yang dikonsumsi. Nilai NPU diperoleh dari hasil perkalian skor asam amino dengan nilai mutu cerna yang selanjutnya dibagi 100 [15].

Mutu hedonik. Uji organoleptik yang dilaksanakan merupakan uji kesukaan atau uji hedonik. Parameter yang diamati adalah aroma, warna, rasa, kekentalan, *aftertaste*, dan *off flavor*. Skala *linkert* yang digunakan adalah 1 sampai 7 dengan keterangan: 1) ekstrem sangat tidak suka; 2) sangat tidak suka; 3) tidak suka; 4) netral; 5) suka; 6) sangat suka; 7) ekstrem sangat suka. Bahan baku pada proses pengujian mutu hedonik dan proksimat formula enteral soya tinggi kalori dengan modifikasi proporsi tepung kacang hijau

didapatkan dari pasar tradisional dan *marketplace online*. Formula yang diuji coba dalam penelitian ini adalah formula cair enteral soya dengan perbandingan proporsi susu soya, kacang kedelai lokal, dan kacang hijau dalam bentuk tepung.

Viskositas dan osmolaritas formula. Uji viskositas formula enteral dilakukan dengan *digital rotary viscometer*; sementara osmolaritas dilakukan perhitungan. Uji viskositas formula enteral menggunakan *viskotester NDJ-8s digital rotary viskotester* dengan *speed* 60 rpm, nomor spindel 2# dan 3#, dengan suhu pengukuran 20-22°C.

Warna (pencitraan objektif). Perbedaan intensitas warna formula enteral terhadap P0 ditentukan dengan metode *color difference ratio* (CDR). Nilai modulus digunakan sebagai perbandingan hasil pencitraan antar sampel formula enteral dengan kuantitas 30 ml pada cawan putih dengan taraf perlakuan berbeda. Warna formula enteral diketahui berdasarkan citra digital yang diperoleh dengan kamera kamera Sony dan Isocell pada resolusi 3000 x 4000 dpi. Pengambilan citra formula enteral soya dilakukan dalam ruangan laboratorium tertutup menggunakan *mini studio box*. Penerangan lampu listrik jenis tabung yang berada pada bagian depan sisi atas *box* sebanyak 1 buah. Pengambilan citra dilakukan dari atas dengan pendekatan 1,5 hingga 2 kali. Profil warna pada formula enteral ditentukan berdasar histogram citra. Kanal RGB (*red, green, blue*) citra yang dianalisis mula-mula dipisahkan. Kemudian, pada masing-masing kanal ditentukan area yang diamati (*region of interest/ROI*) dengan bentuk bulat / oval sesuai wadah formula enteral [15].

Alat yang dipakai untuk membantu proses pembuatan dan pengolahan formula enteral soya tinggi kalori menggunakan tepung kacang hijau (*Vigna radiata*) bagi pasien status gizi kurang antara lain *food processor Philips Cucina HR7633*, timbangan digital, cawan, gelas ukur, sendok, baskom, piring, spatula, *viskotester NDJ-8s digital rotary viskotester*, panci, termometer GEA Thermometer Alkohol -10 s/d 150, *Sputit Onemed Kateter Tip Sputit 50 cc* dan selang ukuran 16 yang digunakan sebagai instrumen untuk uji alir formula enteral akhir.

Prosedur penelitian dimulai setelah seluruh alat dan bahan yang diperlukan siap, selanjutnya dilakukan

penimbangan bahan. Setelah berat bahan sesuai, kemudian dilakukan pencampuran bahan menggunakan *food processor*. Setelah tercampur, formula enteral ditimbang. Selanjutnya, formula enteral dibagi menjadi 3 yaitu $\frac{1}{4}$ resep sebagai sampel uji organoleptik, $\frac{1}{4}$ resep dikemas dalam plastik untuk uji laboratorium, dan $\frac{1}{2}$ resep lainnya direbus untuk dilakukan uji daya alir dan *digital imaging*. Formula enteral sebanyak $\frac{1}{4}$ resep diseduh dengan air matang hingga volumenya 250 ml. Selanjutnya dilakukan perebusan dengan api kecil hingga suhu 90°C. Kemudian, formula enteral didinginkan (*resting*) hingga suhu ruang 20-25°C. Formula enteral yang telah dingin kemudian dikemas dalam *plastic cup* bertutup untuk dilakukan uji organoleptik oleh panelis semi terlatih. Sebanyak $\frac{1}{4}$ resep formula enteral dimasukkan dalam plastik klip untuk dilakukan uji laboratorium dan dilakukan dokumentasi dalam bentuk bubuk. Sementara $\frac{1}{2}$ resep formula enteral diseduh dengan air hingga 500 ml dan direbus dengan api kecil hingga suhu 90°C. Selanjutnya, formula enteral didinginkan (*resting*) hingga suhu ruang 20-25°C kemudian diukur viskositas dan osmolalitas menggunakan *digital rotary viscometer* dengan *speed* 60 rpm, nomor spindel 2# dan 3#. Formula enteral yang telah dilakukan pengukuran viskositas kemudian digunakan untuk uji daya alir formula enteral melalui *Sput Onemed Kateter Tip Sput 50 cc* dan selang ukuran 16.

Analisis data

Uji statistik non-parametrik adalah uji statistik yang tidak membutuhkan asumsi penyebaran data. Uji ini tidak bergantung pada bentuk distribusi data normal. Data dengan skala nominal atau ordinal, dapat dianalisis dengan uji statistik non-parametrik karena kedua jenis skala ini tidak menyebar normal. Data yang didapatkan dianalisis dengan uji statistik non-parametrik yaitu *Kruskal Wallis* dengan *p-value* < 0,05. Sementara itu, untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan antara variabel independen dan variabel dependen dilakukan uji *Kruskal Wallis* [16]. Apabila hasil signifikansi *p-value* < 0,05, maka dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*. Program analisis data yang digunakan adalah *IBM SPSS Statistics 26*, *Microsoft Office Excel* untuk menghitung nilai gizi, dan *ImageJ v.1.53k* untuk analisis citra digital.

HASIL

Kandungan energi dan zat gizi

Hasil pengembangan formula enteral pada nilai gizi energi, protein, dan lemak mengalami penurunan. Penurunan ketiga jenis nilai gizi tersebut sejalan dengan penurunan penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung dalam formula enteral. Sebaliknya, nilai gizi karbohidrat pada formula enteral mengalami peningkatan seiring penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung (**Tabel 2**). Berdasarkan hasil modifikasi formula enteral soya menggunakan kacang hijau dalam bentuk tepung, menunjukkan bahwa secara empiris perlakuan P1 menghasilkan nilai energi, lemak, dan protein yang lebih besar dibandingkan dengan energi dan zat gizi pada perlakuan P0, P2, dan P3.

Mutu protein dan daya cerna

Nilai skor asam amino (SAA) pada setiap perlakuan secara berurutan yaitu P0 sebesar 100; P1 sebesar 72; P3 sebesar 75; dan P3 sebesar 76. Artinya, nilai SAA formula enteral hasil pengembangan mengalami peningkatan seiring penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung. Sementara nilai NPU pada P0 sebesar 90; P1 sebesar 64,66; P2 sebesar 66,90; dan P3 sebesar 68,04. Demikian juga dengan nilai NPU pada formula enteral yang mengalami peningkatan seiring dengan penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung.

Hasil perhitungan mutu protein pada semua taraf perlakuan termasuk dalam kategori baik dan mudah dicerna dengan sempurna. Nilai mutu protein pada P0 memiliki nilai tertinggi yaitu 100, sementara nilai mutu protein P1, P2, dan P3 secara keseluruhan juga baik dengan nilai di atas 70. Jika dibandingkan dengan P1 dan P2, nilai mutu protein P3 menjadi yang terbaik. Nilai asam amino tertinggi pada semua perlakuan formula enteral adalah asam amino lisin.

Tabel 2. Kandungan zat gizi per resep

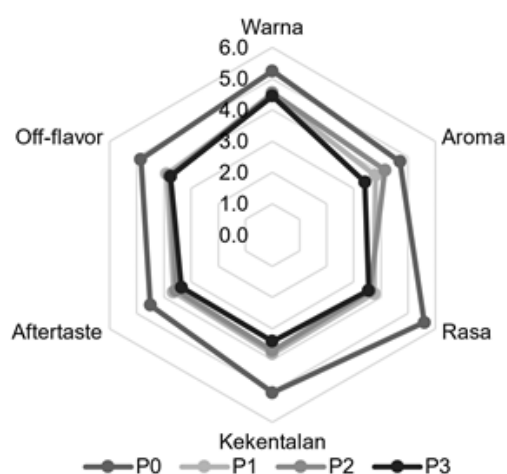
Nilai gizi	P0	P1	P2	P3
Energi (kkal)	1.135	1.248	1.236	1.2295
Protein (gram)	39,70	42,90	42,50	42,30
Lemak (gram)	35,50	36,55	36,20	36,03
Karbohidrat (gram)	162,77	152,42	153,37	153,85

Viskositas dan osmolaritas formula

Nilai viskositas formula enteral soya pada suhu 20-22°C semakin meningkat dari P0 hingga P3 dan mengalami peningkatan yang signifikan. Nilai viskositas P0, P1, P2, dan P3 secara berturut-turut sebesar 18,00 cP; 499,5 cP; 744 cP; dan 990 cP. Selain itu, nilai osmolaritas formula enteral soya yang dihasilkan juga mengalami peningkatan (P0=350 mOsm/L; P1=9.712,5 mOsm/L; P2=14.466 mOsm/L; dan P3=19.250 mOsm/L). Hasil penelitian ini juga menemukan peningkatan yang signifikan pada nilai viskositas dan osmolaritas formula yang dihasilkan. Keadaan ini berkaitan dengan semakin besar jumlah penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung dan semakin sedikit penambahan tepung kacang kedelai lokal yang menyebabkan perubahan signifikan pada peningkatan nilai viskositas dan osmolaritas formula enteral soya.

Mutu hedonik

Parameter mutu hedonik secara rinci disajikan pada **Gambar 1**, yang menunjukkan perubahan menuju penurunan yang cukup jelas berbeda pada nilai parameter mutu hedonik formula enteral soya jika dibandingkan dengan formula enteral komersial. Hasil citra *digital imaging* pada formula enteral soya yang telah dilakukan menunjukkan hasil yang cukup signifikan (**Tabel 3**). Hasil pengembangan formula enteral menunjukkan bahwa seluruh parameter taraf pengembangan formula enteral berada pada nilai netral dibandingkan dengan formula enteral standar. Hal tersebut menunjukkan bahwa formula enteral hasil pengembangan formula enteral soya masih berada dalam batas yang masih dapat diterima. Parameter warna berdasarkan gambar diagram spider menunjukkan bahwa panelis kurang menyukai warna hasil pengembangan formula enteral dengan menggunakan kacang hijau dalam bentuk tepung. Hal ini karena warna formula enteral yang dihasilkan akan semakin gelap, terutama jika penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung semakin banyak. Berdasarkan data citra secara *digital imaging* menggunakan *ImageJ*, terlihat bahwa citra formula enteral yang dihasilkan semakin gelap. Hal ini dibuktikan dengan nilai histogram dan nilai RGB formula enteral yang semakin mendekati nilai 0.



Gambar 1. Mutu hedonik formula enteral soya tinggi kalori


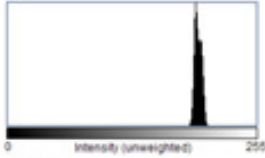

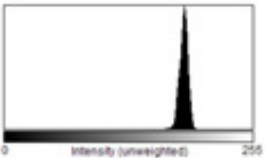

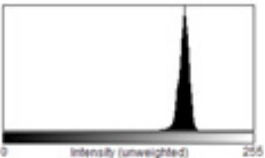

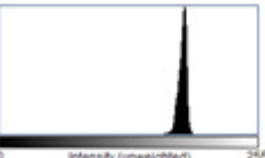
Formula hasil pengembangan terpilih

Berdasarkan hasil perhitungan indeks efektivitas, perlakuan P1 merupakan formula dengan penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung sebesar 35 gram dan tepung kacang kedelai lokal 65 gram menjadi formula enteral. Apabila dibandingkan dengan perlakuan lainnya, P1 mempunyai kandungan energi, protein, dan lemak yang paling tinggi (**Tabel 4**). Nilai tertinggi berdasarkan nilai uji hedonik panelis terhadap parameter rasa, kekentalan, *aftertaste*, dan *off flavor* dimiliki oleh perlakuan P1.

Justifikasi biaya

Perhitungan biaya yang telah dilakukan menunjukkan bahwa formula enteral dengan penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung memiliki *food cost* yang jauh lebih murah dibandingkan dengan formula enteral kontrol (**Tabel 5**). Formula enteral soya hasil pengembangan dengan penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung sebesar 35 gram memiliki *food cost* yang paling murah dibandingkan dengan formula enteral soya hasil pengembangan dengan penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung sebesar 40 gram dan 42,5 gram. Selisih *food cost* pada formula enteral soya hasil pengembangan dengan substitusi kacang hijau dalam bentuk tepung dibandingkan dengan *food cost* paling murah yaitu

Tabel 3. Hasil citra digital imaging

Citra formula enteral	Histogram dan nilai RGB
 <p><i>P0 (kontrol) formula enteral soya tanpa modifikasi tepung kacang hijau</i></p>	 <p>N: 1642652 Min: 173 Mean: 195,510 Max: 209 StdDev: 3,528 Mode: 193 (188716) Value: 124 Count: 0</p> <p><i>R = 208, G = 208, B = 166</i></p>
 <p><i>P1 formula enteral soya modifikasi tepung soya lokal : tepung kacang hijau (65 : 35)</i></p>	 <p>N: 1541792 Min: 62 Mean: 184,007 Max: 208 StdDev: 5,528 Mode: 185 (155284) Value: 199 Count: 68017</p> <p><i>R = 209, G = 200, B = 148</i></p>
 <p><i>P2 formula enteral soya modifikasi tepung soya lokal : tepung kacang hijau (60 : 40)</i></p>	 <p>N: 1501880 Min: 75 Mean: 183,921 Max: 205 StdDev: 6,175 Mode: 185 (130928) Value: — Count: —</p> <p><i>R = 209, G = 199, B = 145</i></p>
 <p><i>P3 formula enteral soya modifikasi tepung soya lokal : tepung kacang hijau (57,5 : 42,5)</i></p>	 <p>N: 1497742 Min: 95 Mean: 180,794 Max: 195 StdDev: 4,910 Mode: 183 (163367) Value: — Count: —</p> <p><i>R = 209, G = 197, B = 143</i></p>

sebesar Rp 571 (substitusi kacang hijau dalam bentuk tepung 40 gram) dan Rp 856,5 (substitusi kacang hijau dalam bentuk tepung sebesar 42,5 gram).

Tabel 4. Perbandingan mutu gizi dan mutu kimia

Parameter yang diuji	Formula enteral terpilih per sajian (51 gram)	Formula enteral komersial per sajian (52 gram)
Densitas energi (kkal/ml)	1,20	1,00
Kadar protein (%)	8,19	18,20
Kadar lemak (%)	16,42	24,60
Kadar karbohidrat (%)	92,11	60,60
Kadar air (%)	7,70	-
Kadar abu (%)	3,09	-
Kadar serat (%)	10,68	6,00
Kadar antioksidan (ppm)	151,78	-
Kadar zat besi (mg/kg)	1,59	-

Tabel 5. Justifikasi biaya

Jenis formula	Food cost (Rp) / 5 sajian
Formula enteral soya tanpa modifikasi tepung kacang hijau	42.871,32
Formula enteral soya modifikasi tepung soya lokal : tepung kacang hijau (65 : 35)	26.043,32
Formula enteral soya modifikasi tepung soya lokal : tepung kacang hijau (60 : 40)	26.614,32
Formula enteral soya modifikasi tepung soya lokal : tepung kacang hijau (57,5 : 42,5)	26.899,82

BAHASAN

Kandungan energi dan zat gizi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai energi dan zat gizi dipengaruhi oleh proporsi modifikasi bahan pada formula enteral. Hasil analisis nilai energi P0 (1.135,30 kkal); P1 (1.248,27 kkal); P2 (1.235,74 kkal); dan P3 (1.229,47 kkal) menunjukkan formula P1 memiliki nilai energi tertinggi dengan proporsi kacang hijau terendah. Nilai energi pada formula P1 berbanding terbalik dengan proporsi penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung untuk menyeimbangkan proporsi zat gizi pada bahan dasar formula enteral. Penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung bertujuan agar cita rasa yang dihasilkan semakin meningkat dan membantu meningkatkan kandungan zat gizi pengembangan formula sehingga diperoleh nilai gizi yang mendekati nilai gizi formula kontrol. Proporsi penambahan kacang

hijau dalam bentuk tepung dapat mempengaruhi warna formula enteral yang dihasilkan menjadi cenderung lebih gelap [17].

Kadar protein pada formula enteral soya tinggi kalori menggunakan kacang hijau dalam bentuk tepung menunjukkan hasil P0 (39,70 gram); P1 (42,90 gram); P2 (42,50 gram); dan P3 (42,30 gram). Jika dibandingkan dengan nilai protein formula enteral kontrol, nilai protein hasil pengembangan formula enteral soya memiliki nilai yang lebih tinggi karena nilai protein formula enteral kontrol hanya berasal dari susu soya dan susu skim. Sementara protein pada formula enteral hasil pengembangan berasal dari susu soya lokal dengan merk mahkota yang diproduksi oleh Rembun Sukses Sejahtera di Kabupaten Malang. Produk tersebut terbuat dari biji kedelai pilihan, kacang hijau dalam bentuk tepung, dan susu skim. Kacang kedelai mengandung protein sebesar 34% dan protein kacang hijau sebesar 22% [18,19].

Pemanasan terutama perebusan adalah hal yang mengakibatkan kadar protein dalam pangan menurun. Denaturasi protein pada proses pengolahan suhu tinggi mengakibatkan adanya koagulasi. Hal tersebut berdampak pada menurunnya daya kemampuan larut suatu bahan atau solubilitas. Reaksi yang terjadi pada saat pemanasan protein suatu bahan bersifat baik ataupun tidak. Pembentukan senyawa sensori aktif, menghilangnya aktivitas enzim, adanya perubahan kelarutan suatu bahan, hidrasi, *cross-linking*, ikatan peptida yang terputus, denaturasi, perubahan warna, dan residu asam amino yang mengalami derivatisasi adalah reaksi yang terjadi. Keberadaan senyawa aktif terutama senyawa karbonil, pH, antioksidan, radikal, suhu, dan waktu pemanasan sangat mempengaruhi reaksi yang terjadi. Akibat dari adanya proses pemanasan yang dilakukan akan menimbulkan reaksi yang tidak diinginkan, salah satunya adalah penurunan kadar protein [20].

Selanjutnya, dalam 100 gram kacang hijau dalam bentuk tepung hanya memiliki 1,5 g lemak. Terdapat perbedaan nilai lemak hasil pengembangan formula enteral soya dengan kontrol. Nilai lemak hasil pengembangan lebih tinggi. Formulasi enteral soya dengan modifikasi kacang hijau dalam bentuk tepung mengandung komposisi lemak yang cukup dengan

proporsi pada P0 (35,50 gram); P1 (36,55 gram); P2 (36,20 gram); serta P3 (36,03 gram). Lemak dalam suatu bahan akan mengalami penurunan bahkan kerusakan setelah proses pengolahan. Suhu dan waktu pengolahan sangat menentukan tingkat kerusakan lemak. Semakin tinggi suhu, maka semakin tinggi kerusakan lemak yang terjadi. Mencair atau menguapnya lemak menjadi komponen lain yang menjadi sifat lemak yang tidak tahan panas saat proses pemanasan [20].

Nilai karbohidrat formula enteral soya tinggi kalori menggunakan kacang hijau dalam bentuk tepung menunjukkan hasil P0 (162,77 gram); P1 (152,42 gram); P2 (153,37 gram); dan P3 (153,85 gram). Perbedaan nilai kadar karbohidrat yang cukup signifikan disebabkan oleh peningkatan zat gizi lain. Kadar karbohidrat yang menurun berkaitan dengan kadar protein dalam kacang hijau yang cukup tinggi [19]. Apabila proporsi kacang hijau meningkat, maka kadar protein akan mengalami penurunan. Semakin tinggi penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung juga dapat mempengaruhi sifat fisik seperti warna dan kekentalan formula enteral yang dihasilkan [17,21].

Mutu protein dan daya cerna

Hasil penentuan mutu cerna dan mutu protein menunjukkan bahwa formula enteral yang terpilih pada penelitian ini memiliki nilai mutu protein dalam kategori baik dan mudah dicerna dengan sempurna. Susunan asam amino yang lengkap dalam suatu bahan menjadi penentu apakah bahan tersebut memiliki mutu protein yang baik. Selain itu, nilai cerna protein yang tinggi, serta komposisi yang sesuai atau mendekati kebutuhan juga perlu diperhitungkan. Asam amino yang diserap oleh tubuh bergantung pada kemampuan enzim pencernaan (protease) untuk mengurai dan nilai cerna protein bahan tersebut. Keberadaan kandungan senyawa antinutrisi, proses pengolahan, reaksi protein dan senyawa lain dalam bahan juga memengaruhi nilai cerna protein suatu bahan [22].

Kategori baik diberikan apabila nilai bioavailabilitas (BV) \leq NPU. Nilai hasil perhitungan mutu protein formula enteral soya adalah $72 \leq 64,66$. Protein yang dapat diserap oleh tubuh ditunjukkan oleh nilai mutu cerna. Angka 70% digunakan sebagai parameter untuk

menggambarkan kualitas protein sesuai kebutuhan tubuh. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa enteral yang terpilih memiliki nilai mutu protein dalam kategori baik dan mudah dicerna dengan sempurna. Meskipun formula enteral terpilih memiliki nilai mutu cerna dalam kategori baik, tetapi nilainya tidak jauh berbeda dengan nilai parameter yang digunakan.

Kacang hijau dan kacang kedelai dalam bentuk tepung memiliki kandungan protein yang tinggi dan asam amino yang lengkap, tetapi nilai mutu cernanya tidak begitu tinggi. Senyawa antinutrisi dalam kacang hijau dan kacang kedelai lokal dalam bentuk tepung yang digunakan dalam pembuatan formula enteral menyebabkan proses penyerapan oleh enzim pencernaan terhambat [22]. Perhitungan skor asam amino dilakukan untuk mengetahui kualitas protein suatu formula enteral dengan menggunakan metode analisis profil asam amino bahan penyusun yang digunakan. Penyusun dasar protein adalah asam amino. Substrat sintesis protein merupakan salah satu hasil fungsi asam amino dalam bahan [23]. Terdapat dua kelompok asam amino, yaitu asam amino esensial dan non-esensial.

Asam amino esensial adalah jenis yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh sehingga membutuhkan ketersediaan dari asupan makanan. Leusin, histidine, lisin, triptofan, methionine, valin, treonin, fenilalanin, dan isoleusin adalah contoh asam amino esensial. Sementara asam amino yang diproduksi atau dibuat sendiri oleh tubuh disebut asam amino non-esensial. Sistein, glutamin, asam glutamate, alanin, serin, glisin, tirosin, prolin, asam aspartate, aspargin, dan arginin adalah contoh asam amino non-esensial. Asam amino yang dapat berubah menjadi sangat penting dan sangat dibutuhkan dalam keadaan tertentu disebut dengan asam amino bersyarat [23].

Daya cerna protein menjadi salah satu penentu kualitas protein formula enteral, selain kandungan asam amino yang tinggi. Protein yang terhidrolisis oleh enzim dalam pencernaan kemudian diserap dalam bentuk asam amino ke dalam tubuh dengan jumlah persentase proteinnya bergantung pada daya cerna protein dalam suatu bahan makanan. Protein dalam formula enteral yang dapat dihidrolisis dengan baik akan meningkatkan jumlah penyerapan oleh tubuh, yang menandakan daya cerna protein dalam formula enteral tinggi. Sebaliknya,

semakin sedikit jumlah asam amino yang dapat dicerna dan terserap oleh tubuh, menandakan daya cerna protein yang dimiliki oleh bahan tersebut rendah [23].

Asam amino terbesar dalam kacang hijau dan kacang kedelai adalah asam amino jenis lisin. Hasil penelitian ini menunjukkan kandungan asam amino yang cukup lengkap dalam kacang hijau. Rendahnya asam amino sulfur jenis (metionin dan sistein) dalam kacang hijau menyebabkan kandungan asam amino lainnya yaitu lisin dalam kacang hijau cukup tinggi [24]. Sementara dalam kacang kedelai, kandungan asam amino tertinggi adalah lisin dan treonin yang kemudian diikuti dengan metionin dan sistein [25]. Kandungan lisin yang terdapat dalam kacang hijau dan kacang kedelai membantu meningkatkan proses pertumbuhan dan memperkuat tulang. Kalsium dan ekskresi mineral di dalam tubuh dapat stabil dengan adanya kandungan lisin yang membantu meningkatkan proses penyerapan tersebut. Salah satu jenis asam amino yang terbatas dalam bahan pangan adalah lisin. Kekurangan asam amino lisin dapat mengakibatkan pertumbuhan terganggu hingga mudahnya terserang penyakit [26].

Viskositas dan osmolaritas formula

Hasil pengukuran viskositas terendah pada formula enteral soya adalah P0 dengan nilai viskositas 18,00 cP yang merupakan formula enteral komersial sedangkan viskositas tertinggi terdapat pada P3 dengan nilai viskositas 990 cP. Sementara nilai osmolaritas terendah adalah P0 dengan nilai viskositas 350 mOsm/L yang merupakan formula enteral komersial dan osmolaritas tertinggi terdapat pada P3 dengan nilai osmolaritas 19.250 mOsm/L. Konsentrasi larutan sama dengan nilai viskositas larutan. Jumlah partikel zat terlarut dalam setiap satuan volume merupakan pengertian dari konsentrasi larutan. Viskositas larutan yang semakin tinggi menandakan partikel zat yang terlarut semakin banyak sehingga gesekan yang terjadi antar partikel juga akan semakin tinggi [21]. Viskositas merupakan parameter penting dalam pembuatan formula enteral. Proses pendinginan maupun pemanasan dapat mempengaruhi nilai viskositas formula antara yang dihasilkan [27]. Viskositas formula enteral komersial biasanya kurang dari 60 cP [28]. Viskositas berfungsi untuk mengukur kecepatan cairan

mengalir melalui tabung kaca yang akan berpengaruh pada kelancaran aliran formula enteral ke dalam *feeding tube*. Ukuran *feeding tube* yang dapat digunakan biasanya 8-14 French [29].

Perbedaan penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung dan proses perebusan dalam pembuatan formula internal menyebabkan terjadinya peningkatan viskositas akibat kadar air pada vakuola enteral semakin rendah. Nilai viskositas yang semakin meningkat diakibatkan oleh menurunnya kadar air dalam bahan sehingga konsentrasi larutan semakin meningkat. Kandungan 90% globulin pada protein kedelai dan kacang hijau juga menjadi penyebab semakin meningkatnya nilai viskositas. Salah satu jenis protein yang mudah terkoagulasi akibat pemanasan dan tidak mudah larut dalam air adalah globulin. Proses pemanasan saat pembuatan formula enteral menyebabkan protein yang terkandung dalam kacang kedelai lokal dan kacang hijau dalam bentuk tepung akhirnya membentuk gel. Semakin banyak penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung, menyebabkan viskositas formula enteral soya semakin tinggi. Dengan demikian, formula enteral soya yang dihasilkan semakin kental akibat proses pemanasan yang menyebabkan pembentukan gel [21].

Hasil formula enteral soya yang semakin kental berhubungan dengan gelatinisasi dan sifat pembengkakan dari kandungan pati kacang hijau dan kacang kedelai dalam bentuk tepung. Pembengkakan granula pati terjadi akibat adanya pemanasan sehingga amilopektin pati mengalami pembengkakan [30]. Kandungan globulin dalam membentuk gel, mempengaruhi kelancaran formula enteral dalam melewati selang NGT dan metode pemberian makan (*feeding*). Risiko sumbatan atau residu di dalam pipa yang digunakan dalam formula enteral semakin tinggi apabila nilai viskositas formula enteral yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal ini karena formula internal akan semakin sulit untuk dapat melewati selang. Sementara pemenuhan kebutuhan zat gizi sulit dilakukan apabila nilai viskositas formula enteral yang dihasilkan semakin rendah karena hal ini dapat menyebabkan diare atau muntah pada pasien [31]. Dalam beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya, nilai viskositas formula enteral jenis *homemade* lebih tinggi secara signifikan dibandingkan viskositas formula enteral komersial [28].

Lebih lanjut, peningkatan penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung meningkatkan nilai osmolaritas formula enteral soya yang dihasilkan. Nilai osmolaritas formula enteral soya hasil pengembangan jauh lebih tinggi daripada nilai osmolaritas formula enteral komersial. Pati merupakan penyusun terbesar dan termasuk salah satu jenis karbohidrat yang banyak ditemukan dalam formula enteral soya hasil pengembangan. Pati yang terdapat dalam kacang hijau dan kacang kedelai lokal dalam bentuk tepung akan meningkatkan nilai osmolaritas formula enteral yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai osmolaritas suatu formula enteral yang dihasilkan, maka partikel dalam formula enteral tersebut semakin mudah dicerna. Nilai osmolaritas formula enteral berkisar 350 sampai 400 mOsm/L sementara hasil pengembangan formula internal memiliki nilai yang jauh lebih besar [21]. Namun, tingginya osmolaritas formula enteral hasil pengembangan masih dapat diberikan kepada pasien yang memiliki status gizi kurang tanpa adanya masalah lambung.

Mutu hedonik

Uji organoleptik yang dilaksanakan merupakan uji kesukaan atau uji hedonik dengan melibatkan 20 orang panelis agak terlatih. Hasil uji *Kruskal Wallis* menunjukkan perbedaan yang signifikan sehingga harus dilanjutkan dengan uji *Man-Whitney* dengan nilai signifikansi yang sama. Berdasarkan enam parameter yang dinilai, dua parameter diantaranya yaitu warna dan aroma tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada formula enteral soya. Warna yang dihasilkan pada formula enteral dipengaruhi oleh penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung.

Kesukaan panelis terhadap warna formula enteral yang dihasilkan semakin menurun dengan meningkatnya penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung. Penurunan tingkat kesukaan berhubungan dengan adanya kandungan pigmen klorofil dalam kacang hijau yang menyebabkan warna formula enteral menjadi semakin gelap. Hasil penilaian menunjukkan bahwa parameter aroma tidak berbeda signifikan. Namun, penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung mengakibatkan penurunan kesukaan panelis karena aroma langu dari kacang hijau. Proses perebusan formula enteral yang

kurang matang menjadi penyebab timbulnya aroma langu. Enzim lipoksigenase pada kacang-kacangan menyebabkan timbulnya aroma langu pada kacang hijau [32].

Penilaian rasa, kekentalan, *aftertaste*, dan *off flavor* menggunakan uji *Kruskal Wallis* menunjukkan perbedaan signifikan sehingga dilanjutkan dengan uji *Man-Whitney*. Rasa pada formula enteral soya memiliki perbedaan yang signifikan atau kurang disukai panelis jika dibandingkan dengan formula enteral komersial (kontrol). Aroma khas yang terdapat dalam kacang hijau menurunkan kesukaan panelis, hal ini berkaitan dengan jumlah penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung [33]. Kekentalan formula enteral yang dihasilkan semakin tinggi sejalan dengan jumlah penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung. Hal ini berhubungan dengan kandungan globulin dalam kacang hijau bentuk tepung. Kandungan pati kacang hijau dan kacang kedelai dalam bentuk tepung menyebabkan adanya pembengkakan dan proses gelatinisasi [30].

Aftertaste merupakan parameter yang muncul dari belakang rongga mulut dan tetap tinggal setelah bahan makanan dikeluarkan dari mulut atau ditelan. Tolak ukur *aftertaste* yang baik adalah tidak meninggalkan rasa seperti mengonsumsi air putih. Nilai yang diberikan rendah apabila terasa tidak nyaman dan *aftertaste* tidak langsung hilang [34]. Penurunan kesukaan panelis terhadap *aftertaste* formula enteral soya terjadi karena peningkatan jumlah penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung menyebabkan *aftertaste* yang dihasilkan cukup kuat [17]. Sementara *off flavor* merupakan rasa ataupun aroma yang menyimpang. Hasil penilaian *off flavor* pada formula enteral soya menggunakan kacang hijau dalam bentuk tepung kurang disukai karena rasa langu dari kacang hijau [32]. Selain rasa, aroma langu pada formula enteral soya juga kurang disukai oleh panelis. Lebih lanjut, warna yang dihasilkan menggunakan citra digital menunjukkan perbedaan walaupun tidak signifikan. Warna formula enteral yang memiliki proporsi kacang hijau paling besar memiliki warna yang lebih gelap karena pigmen klorofil yang terdapat dalam kacang hijau mengalami peningkatan sehingga warna formula enteral akhir yang dihasilkan semakin gelap [32].

Formula hasil pengembangan terpilih

Formula enteral soya (51 gram per sajian) yang terpilih (P1: proporsi tepung kacang hijau 35%) mengandung 8,19% protein; 16,42% lemak; 92,11% karbohidrat; 7,70% kadar air; 3,09% kadar abu; 10,68% kadar serat; 151,779 ppm kadar antioksidan; dan 1,592 mg/kg kadar zat besi. Densitas energi yang dimiliki oleh formula enteral soya dengan penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung terpilih (P1) lebih tinggi dibandingkan dengan densitas energi formula enteral komersial. Kandungan energi total yang lebih besar ini membantu dalam proses pemenuhan gizi pasien terutama pasien yang mengalami gizi kurang. Densitas energi yang dimiliki oleh formula enteral soya terpilih masih sesuai dengan standar formula enteral, yaitu $\pm 1,0 - 1,2$ kkal/ml [35]. Serat yang dihasilkan formula enteral soya terpilih lebih besar dibandingkan dengan kandungan serat dalam formula enteral komersial. Selain densitas energi, syarat lain formula enteral yaitu memiliki kandungan protein 6-25%, lemak 15-30%, dan karbohidrat 30-85% [31]. Kacang hijau dan kacang kedelai dalam bentuk tepung sebagai bahan utama memiliki kandungan pati tinggi sehingga kadar karbohidrat formula enteral terpilih tergolong tinggi.

Tekstur, cita rasa, dan kenampakan dari suatu bahan pangan dipengaruhi oleh kadar air. Penentu daya tahan dan kesegaran suatu bahan pangan juga dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung dalam bahan tersebut. Perubahan yang terjadi pada bahan pangan diakibatkan oleh kadar air yang tinggi dalam bahan sehingga mempermudah bakteri seperti khamir, kapang, dan lainnya berkembang biak. Standar formula enteral dengan kadar energi total 1 kkal/ml adalah 75% kadar air dari total volume. Sementara dalam formula enteral dengan kadar energi total 2 kkal/ml adalah 65% dari total volume [36]. Lebih lanjut, kadar abu merupakan campuran komponen mineral dan anorganik yang terdapat dalam suatu bahan pangan. Zat organik atau kadar abu merupakan salah satu penyusun yang terdapat dalam bahan pangan selain bahan anorganik dan air. Total mineral yang terkandung dalam satu bahan pangan dapat terlihat dari kadar abu yang dihasilkan. Pada proses pembakaran ataupun pemijatan senyawa-senyawa organik, kadar abu adalah komponen mineral yang tidak menguap [37].

Antioksidan diperlukan untuk melindungi sel dari kerusakan ataupun untuk menghambat radikal bebas di dalam tubuh. Senyawa metabolit sekunder dalam tanaman mengandung antioksidan seperti flavonoid. Antioksidan memiliki aktivitas sangat lemah jika nilai IC50 >200 ppm, lemah apabila nilai IC50 150 ppm hingga <200 ppm, sedang IC50 100 ppm hingga <150 ppm, kuat IC50 50 ppm sampai <100 ppm, dan sangat kuat jika nilai IC50 >50 ppm [38]. Salah satu kelemahan antioksidan adalah bersifat tidak stabil dan tidak tahan terhadap suhu dan pH yang terlalu tinggi. Semakin rendah kadar antioksidan dalam suatu bahan, maka dapat disebabkan oleh suhu ataupun pH yang digunakan dalam proses pemanasan semakin tinggi [17]. Nilai antioksidan dalam formula enteral mengalami penurunan secara nyata akibat suhu tinggi dan lama waktu perebusan dalam proses pembuatan formula enteral. Antioksidan memiliki tingkat kestabilan dan struktur kimia yang berbeda-beda secara alami. Salah satu contoh jenis antioksidan yang tahan terhadap panas adalah α -tokoferol. Namun, kandungan α -tokoferol dalam satu bahan pangan dapat menghilang jika terjadi oksidasi selama proses pengolahan [32]. Jumlah dan aktivitas antioksidan yang terserap dan digunakan untuk membantu dalam proses metabolisme dalam tubuh berasal dari jumlah makanan yang masuk ke dalam tubuh [39].

Aktivitas antioksidan yang lemah dalam formula enteral soya berasal dari kandungan senyawa fenol dan flavonoid dari kacang hijau. Senyawa fenol memiliki sifat reduksi oksidasi. Senyawa fenol berfungsi sebagai pereduksi, perendam singlet, pemberi hidrogen, dan penghelat potensial. Flavonoid sebagai salah satu jenis antioksidan memiliki dua mekanisme kerja yaitu baik secara tidak langsung maupun secara langsung. Flavonoid dengan metode tidak langsung akan menyebabkan peningkatan ekskresi gen antioksidan endogen melalui beberapa mekanisme. Sementara pada metode langsung adanya zat toksik dari radikal bebas di dalam tubuh dapat dinetralisir secara langsung dengan adanya pemberian ion hidrogen [40].

Justifikasi biaya

Perhitungan biaya formula enteral soya tinggi kalori berbasis tepung kacang hijau memiliki *food cost* yang lebih terjangkau apabila dibandingkan dengan formula enteral soya komersial. Hal ini berkaitan dengan

harga susu soya komersial memiliki harga yang jauh lebih mahal. Sebanyak 52 gram susu soya komersial harganya Rp 9.500 hingga Rp 12.000. Sementara pada pengembangan formula enteral menggunakan bahan pangan fungsional memiliki harga yang jauh lebih murah yaitu dalam 1 takaran saji (51 gram) formula soya hasil pengembangan sebesar Rp 5.208. Dengan demikian, formula enteral soya tinggi kalori berbasis tepung kacang hijau dapat diaplikasikan karena biaya pembuatannya jauh lebih murah.

SIMPULAN DAN SARAN

Pemanfaatan kacang hijau dalam bentuk tepung sebagai bahan dasar modifikasi pengembangan formula enteral soya tinggi kalori berfungsi untuk meningkatkan nilai gizi yang proporsional. Formula yang terpilih berdasarkan penentuan efektivitas taraf perlakuan formula enteral modifikasi kacang hijau dalam bentuk tepung adalah formula dengan penambahan kacang hijau paling sedikit. Formula terpilih mempunyai mutu cerna dan mutu protein dengan skor asam amino dan mutu cerna yang baik. Semakin tinggi penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung, formula enteral akan semakin kental dan berwarna gelap. *Food cost* formula enteral dengan penambahan kacang hijau dalam bentuk tepung jauh lebih murah dibandingkan dengan formula enteral komersial.

Saran untuk penelitian selanjutnya, pastikan semua bahan yang akan digunakan telah matang terutama bahan yang mengandung pati seperti kacang hijau dalam bentuk tepung dan tepung kacang kedelai. Hal ini bertujuan agar formula enteral yang dihasilkan tidak perlu melalui proses perebusan untuk meminimalisir hasil akhir formula enteral yang menggumpal dan kental. Kandungan lemak dan karbohidrat yang masih kurang sesuai dengan syarat formula enteral perlu diperhatikan agar peneliti selanjutnya dapat menghasilkan formula enteral dengan kandungan gizi yang sesuai dengan standar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan untuk Ibu Fildzah Karunia Putri, S.Gz., MSc, Dietisien., Ibu Siska, dan Ibu Herni selaku petugas Lab IBM/ITP Polkesma, serta para

panelis yang telah berkontribusi dan membantu jalannya penelitian ini.

Pernyataan konflik kepentingan

Penulis menyatakan tidak memiliki konflik kepentingan dengan pihak-pihak yang terkait dalam penelitian ini.

REFERENCES

1. Annisa M, Atmadja TFA, Susilowati PE. Tingkat pengetahuan dan kebiasaan konsumsi junk food dengan status gizi pada mahasiswa Program Studi Gizi Universitas Siliwangi. *Nutrition Scientific Journal*. 2022;1(1):21–29. doi: 10.37058/nsj.v1i1.5804
2. Faidah FH, Moviana Y, Isdiany N, Surmita, Hartini PW. Formulasi makanan enteral berbasis tepung tempe sebagai alternatif makanan enteral tinggi protein. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Kemenkes Bandung*. 2019;11(2):67–74. doi: 10.34011/juriskesbdg.v1i2.702
3. Lestari S, Rahmawati M, Shita D, Eka L. Modifikasi formula enteral rumah sakit siap seduh. *Jurnal Gizi dan Kesehatan*. 2019;11(26):97–104.
4. Purhadi, Rahmawati, Mustofa ZJ. Pengaruh pemberian bubuk kacang hijau terhadap perubahan berat badan balita dengan status gizi kurang di wilayah kerja Puskesmas Tawangharjo Kabupaten Grobogan. *Shine Cahaya Dunia Ners*. 2019;4(1):19–30. doi: 10.35720/tscners.v4i1.137
5. Salim AR, Ansar M, Al Hijazi AF, Idrus M, Firmiaty S. Analisis potensi fermentasi tepung daun binahong *Anredera cordifolia* dengan metode trial end error sebagai pakan tambahan pada ayam petelur. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*. 2021;21(3):455–63. doi: 10.35965/eco.v21i3.1075
6. Syamsuddin T, Achmadi NS, Sasmita AS. Uji coba pemanfaatan puree okra (*Abelmoschus esculentus L.Moench*) pada pembuatan quick bread. *HOME: Hospitality and Gastronomy Research Journal*. 2021;3(2):136–52.
7. Nurhuda HS Rochima. Penambahan tepung karaginan terhadap tingkat kesukaan bakso ikan manyung. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 2017;8(1):157–64.
8. Lamusu D. Uji organoleptik jalangkote ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas l*) sebagai upaya diversifikasi pangan. *Jurnal Pengolahan Pangan*. 2018;3(1):9–15. doi: 10.31970/pangan.v3i1.7
9. Wahyuningtias D, Putranto TS, Kusdiana RN. Uji kesukaan hasil jadi kue brownies menggunakan tepung terigu dan tepung gandum utuh. *Binus Business Review*. 2014;5(1):57–65. doi: 10.21512/bbr.v5i1.1196
10. Aliya LS, Rahmi Y, Soeharto S. Peningkatan kadar gizi mie kering berbasis pangan lokal fungsional. *Indonesian Journal of Human Nutrition*. 2016;3(1):32–41. doi: 10.21776/ub.ijhn.2016.003.Suplemen.4
11. Nifah K, Astuti N. Pengaruh proporsi tepung (tapioka–tempe) dan metode pembuatan adonan terhadap sifat organoleptik dan fisik kerupuk tempe. *e-Journal Boga*. 2015;4(3):57–70.
12. Firda AAS, Ismawati R. Pengaruh proporsi tepung terigu, tepung kacang hijau (*Vigna radiata*) dan daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap sifat organoleptik waffle. *e-journal Boga*. 2018;7(3):317–26.
13. Oktalis ED, Ismawati R, Nur ACA, Bahar A. Proporsi sari daun kelor, sari buah apel dan suhu pengeringan terhadap kesukaan organoleptik selai lembaran. *e-Jurnal Tata Boga*. 2020;9(2):708–16.
14. Rimbawan. *Pedoman evaluasi mutu gizi dan nongizi pangan*. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia; 2019.
15. Artika R, Sigit R, Ajiriyanto MK, Yulianto T. Image enhancement citra digital short PIN PWR fuel berisi pelet UO2 alam pasca uji radiografi sinar-X menggunakan program ImageJ. *Urania: Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*. 2022;28(1):21–8.
16. Rozi F, Irma, Maulidiya D. Analisis perubahan inflasi beberapa kota besar di Indonesia dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis. *Multi Proximity: Jurnal Statistika Universitas Jambi*. 2022;1(2):103–15.
17. Ponelo F, Bait Y, Ahmad L. Pengaruh penambahan tepung kacang hijau termodifikasi annealling terhadap karakteristik fisik, kimia dan organoleptik roti french baquette. *Jambura Journal of Food Technology*. 2022;4(2):185–97. doi: 10.37905/jjft.v4i2.15663
18. Hastuti DP, Supriyono, Hartati S. Pertumbuhan dan hasil kacang hijau (*Vigna radiata, L*) pada beberapa dosis pupuk organik dan kerapatan tanam. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*. 2018;33(2):89–95. doi: 10.20961/carakatani.v33i2.20412
19. Yudiono K. Peningkatan daya saing kedelai lokal terhadap kedelai impor sebagai bahan baku tempe melalui pemetaan fisiko-kimia. *AGROINTEK*. 2020;14(1):57–66. doi: 10.21107/agrointek.v14i1.6311
20. Sundari D, Almasyhuri, Lamid A. Pengaruh proses pemasakan terhadap komposisi zat gizi bahan pangan sumber protein. *Media Peneliti dan Pengembangan Kesehatan*. 2015;25(4):235–42.
21. Swandyani PM, Santoso A, Kristianto Y. Pengembangan tepung labu kuning, tepung ikan gabus, dan konsentrat protein kecambah kedelai sebagai bahan penyusun formula enteral bagi penderita gagal ginjal kronik (analisis mutu fisik, kandungan gizi, dan kepadatan energi). *Jurnal Nutrisia*. 2016;18(2):82–92.
22. Kanaka DA, Ayustaningwarno F. Nilai cerna protein in-vitro biskuit dengan substitusi kecambah kedelai (*Glycine*

- max (L.) MERRILL*) dan pisang (*Musa paradisiaca sp.*) sebagai makanan sehat untuk anak sekolah dasar. Journal of Nutrition College. 2015;4(2):141–6. doi: 10.14710/jnc.v4i2.10058
23. Novia R, Setiawan B, Marliyati SA. Kualitas protein produk ready to use therapeutic food (RUTF) berbentuk bar untuk balita malnutrisi akut berat. Media Gizi Indonesia. 2023;18(2):142–9. doi: 10.20473/mgi.v18i2.142-149
 24. Novia R, Setiawan B, Marliyati SA. Pengembangan produk ready to use therapeutic food (RUTF) berbentuk barberbahan kacang hijau, sereal, dan minyak nabati. Media Gizi Indonesia. 2022;17(1):21–32. doi: 10.20473/mgi.v17i1.21-32
 25. Setyawan FEB. Kajian tentang efek pemberian nutrisi kedelai (*Glicine max*) terhadap penurunan kadar kolesterol total pada menopause. Magna Medica: Berkala Ilmiah Kedokteran dan Kesehatan. 2017;1(4):33–42. doi: 10.26714/magnamed.1.4.2017.33-42
 26. Khasanah H, Kusbianto MDE. Gen LRP dari biji kecambah untuk meningkatkan kandungan lisin bahan pakan dan pangan. Jurnal Pertanian Agros. 2019;21(2):174–81.
 27. Pratiwi LE, Noer ER. Analisis mutu mikrobiologi dan uji viskositas formula enteral berbasis labu kuning (*Curcubita moschata*) dan telur bebek. Journal of Nutrition College. 2014;3(4):951–7. doi: 10.14710/jnc.v3i4.6915
 28. Ojo O, Adegboye ARA, Ojo OO, Wang X, Brooke J. An evaluation of the nutritional value and physical properties of blenderised enteral nutrition formula: a systematic review and meta-analysis. Nutrients. 2020;12(6):1840. doi: 10.3390/nu12061840
 29. Elvizahro L, Purwandari ADAN, Prastiwi RY, Putri SE, Majid VM. Formulations of edamame flour based enteral nutrition as an alternative liquid diet for stroke patients. Academic Hospital Journal. 2021;3(1):10–17. doi: 10.22146/ahj.v3i01.57699
 30. Imanningsih N. Profil gelatinisasi beberapa formulasi tepung-tepungan untuk pendugaan sifat pemasakan. Penel Gizi Makan. 2012;35(1):13–22.
 31. Safira N, Sutjiati E, Luthfiah F. Formula enteral blenderized berbahan dasar kacang hijau dengan penambahan sari apel dan putih telur sebagai makanan alternatif untuk penderita stroke. HARENA: Jurnal Gizi. 2023;3(2):79–84. doi: 10.25047/harena.v3i2.3712
 32. Duda R, Bait Y, Ahmad L. Substitusi tepung kecambah kacang hijau (*Phaseolus radiatus L*) dalam upaya peningkatan nilai gizi produk waffle (waffle). Jambura Journal of Food Technology (JJFT). 2023;5(1):73–86. doi: 10.37905/jjft.v5i01.17104
 33. Utafiyani, Yusasrini NLA, Ekawati IGA. Pengaruh perbandingan tepung kacang hijau (*Vigna radiata*) dan terigu terhadap karakteristik bakso analog. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA). 2018;7(1):12–22. doi: 10.24843/itepa.2018.v07.i01.p02
 34. Yahtatasa AU. Studi penambahan tepung kacang hijau (*Vigna radiata L*) dan pengganti gula sukrosa dari gula stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) terhadap karakteristik fisik dan kimiawi produk coklat [Skripsi]. Makassar: Universitas Hasanuddin; 2022.
 35. Hawa II, Murbawani EA. Pengaruh pemberian formula enteral berbahan dasar labu kuning (*Cucurbita moschata*) terhadap kadar glukosa darah postprandial tikus diabetes melitus. Journal of Nutrition College. 2015;4(4):387–93. doi: 10.14710/jnc.v4i4.10115
 36. Suswan W, Kholifatuddin Y. Karakteristik fisik dan kimiawi formula enteral buah berdasarkan formulasi bahan [Skripsi]. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang; 2021.
 37. Sriyanto, Apriyanto M. Substitusi tepung terigu dengan tepung kacang hijau dalam pengolahan mie kering. Jurnal Teknologi Pertanian. 2014;3(2):34–42. doi: 10.32520/jtp.v3i2.72
 38. Yasir Y, Hasan T, Afriani. Uji aktivitas antioksidan kecambah kacang hijau (*Phaseolus radiatus L.-plantula*) menggunakan radikal bebas DPPH. Jurnal Farmasi dan Bahan Alam. 2016;4(2):60.
 39. Novidiyanto, A. Farmawati, and L. A. Lestari. Pengaruh pemberian kecambah kacang hijau (*Phaseolus radiatus (L.)*) terhadap kadar malondialdehid (MDA) plasma dan jaringan hati tikus Sprague Dawley yang diberi pakan lemak tinggi. Jurnal Gizi Klinik Indonesia. 2016;13(2):82–9. doi: 10.22146/ijcn.22923
 40. Wisaniyasa NW, Darmayanti LPT. Kajian total fenol, flavonoid dan aktivitas antioksidan kacang merah (*Phaseolus vulgaris L.*) pada berbagai lama waktu perkecambahan. Media Ilmiah Teknologi Pangan (Scientific Journal of Food Technology). 2019;6(1):83–8.