

## FORMULASI BUBUR INSTAN MP-ASI FUNGSIONAL BERBASIS KACANG KORO DAN TEPUNG BEKATUL TERFORTIFIKASI ZINC DAN SENYAWA BIOAKTIF ANTOSIANIN

Bruneitabba Billal Irawan<sup>1</sup>, Putri Indah Dewi<sup>2</sup>, Talitha Zada Rahmadifa<sup>3</sup>, Inka Putri  
Joemarta<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Universitas Brawijaya

Email: [bruneirawan24@gmail.com](mailto:bruneirawan24@gmail.com)<sup>1</sup>, [indahdewi.p0520@gmail.com](mailto:indahdewi.p0520@gmail.com)<sup>2</sup>,  
[talithazada141@gmail.com](mailto:talithazada141@gmail.com)<sup>3</sup>, [inkajoemarta@gmail.com](mailto:inkajoemarta@gmail.com)<sup>4</sup>

### ABSTRAK

Stunting masih menjadi masalah gizi kronis di Indonesia, salah satunya disebabkan oleh pemberian makanan pendamping ASI (MP-ASI) yang belum memenuhi kebutuhan gizi anak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan formulasi bubur instan MP-ASI fungsional berbasis kacang koro dan tepung bekatul yang terfortifikasi zinc serta mengandung senyawa bioaktif antosianin. Penelitian menggunakan lima formulasi dengan variasi proporsi tepung biji labu kuning, ubi ungu, kacang koro, dan bekatul. Pengujian meliputi daya rehidrasi, total plate count (TPC), kadar protein, lemak, zinc, dan antosianin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi terbaik diperoleh pada kombinasi bahan seimbang, dengan nilai daya rehidrasi 4,51 mL/g, kadar protein 25,74 g/100 g, dan kadar zinc 2,18 mg/100 g, yang memenuhi standar SNI 01-7111.2-2005. Kandungan antosianin mencapai 41,136 mg/100 g yang berfungsi sebagai antioksidan alami. Nilai TPC sedikit melebihi batas aman SNI, menunjukkan perlunya peningkatan pada tahap pengeringan dan sanitasi. Secara keseluruhan, produk ini berpotensi menjadi alternatif MP-ASI berbasis bahan pangan lokal yang bergizi tinggi dan fungsional untuk mendukung pencegahan stunting.

**Kata Kunci:** MP-ASI, Fortifikasi, Antosianin.

### ABSTRACT

*Stunting remains a chronic nutritional problem in Indonesia, one of the causes of which is the provision of complementary foods (MP-ASI) that does not meet children's nutritional needs. This study aims to develop a functional instant porridge formulation for MP-ASI based on jack bean and rice bran flour fortified with zinc and containing the bioactive compound anthocyanin. The study used five formulations with varying proportions of pumpkin seed flour, purple sweet potato, jack bean, and rice bran. Tests included rehydration capacity, total plate count (TPC), protein, fat, zinc, and anthocyanin levels. The results showed that the best formulation was obtained with a balanced combination of ingredients, with a rehydration capacity value of 4.51 mL/g, a protein content of 25.74 g/100 g, and a zinc content of 2.18 mg/100 g, which meets the SNI 01-7111.2-2005 standard. The anthocyanin content reached 41.136 mg/100 g which functions as a natural antioxidant. The TPC value slightly exceeds the Indonesian National Standard (SNI) safe limit, indicating the need for improvements in the drying and sanitation stages. Overall, this product has the potential to be a nutritious and functional alternative to complementary feeding (MP-ASI) based on locally sourced food ingredients to support stunting prevention.*

**Keywords:** MP-ASI, Fortification, Anthocyanin.

### PENDAHULUAN

Kesehatan gizi pada anak merupakan isu penting di seluruh dunia. Menurut hasil Survei Status Gizi Indonesia (SSGI), prevalensi stunting di kalangan anak-anak Indonesia mencapai angka 23,5% pada tahun 2023. Stunting adalah masalah kekurangan gizi jangka panjang akibat

asupan yang tidak memadai dalam waktu lama (Fitriani et al., 2023). Penanganan stunting dapat dilakukan melalui pemberian MP-ASI pada usia 6–12 bulan. Pada usia ini, kebutuhan energi, protein, vitamin, dan mineral meningkat seiring pertumbuhan, sehingga diperlukan makanan tambahan yang bergizi, mudah dicerna, dan sesuai perkembangan sistem pencernaannya.

MP-ASI yang baik padat kalori, kaya akan protein dan mikronutrien (Fe, Zn, Ca, Vitamin A, Vitamin C, dan Folat), tidak asin atau pedas, mudah dimakan, dan diperoleh serta terjangkau (Setyawan et al., 2021). Zinc (Zn) merupakan mikronutrien esensial yang berperan penting dalam masa pertumbuhan. Kekurangannya dapat menyebabkan *stunting*, penurunan daya tahan tubuh, serta memperlambat penyembuhan luka. Kandungan *zinc* pada bahan pangan umum cenderung rendah, dan fortifikasi dalam makanan anak belum meluas. Senyawa zinc yang umum digunakan sebagai fortifikan meliputi zinc sulfat, asetat, dan glukonat. Adapun bahan esensial lainnya yaitu senyawa bioaktif dan kandungan nutrisi. Bahan alami seperti ubi ungu dan kacang koro memiliki potensi besar dalam pengembangan MP-ASI yang memenuhi standar gizi dan kaya senyawa bioaktif. Ubi ungu mengandung antioksidan sebesar 48,12% dan antosianin sebesar 61,85 mg/100 g bahan yang berperan dalam meningkatkan sistem imun anak. Kacang koro mengandung 27,05% protein, 42,02% karbohidrat, 5,70% lemak kasar, dan 3,80% serat kasar yang mendukung pertumbuhan dan perbaikan jaringan tubuh (Utami, 2022). Saat ini, variasi produk MP-ASI dari kedua bahan tersebut masih sangat terbatas. Meski bubur MP-ASI tersedia di pasaran, sebagian besar produk masih bergantung pada bahan impor, mahal, atau kurang memanfaatkan potensi lokal. Padahal, ubi ungu dan kacang koro melimpah di Indonesia namun belum dimanfaatkan secara optimal. Pengembangan MP-ASI berbasis pangan lokal penting untuk meningkatkan ketahanan pangan nasional, mengurangi ketergantungan impor, serta mendukung keberlanjutan dan keterjangkauan harga bagi masyarakat. Maka dari itu Penelitian ini berjudul “*Formulasi Bubur Instan MP-ASI Fungsional Berbasis Kacang Koro dan Tepung Bekatul Terfortifikasi Zinc dan Senyawa Bioaktif Antosianin*” dengan memanfaatkan variasi komposisi tepung ubi ungu dan kacang koro serta fortifikasi zinc. Pengujian mencakup uji rehidrasi, *Total plate count*, kadar lemak, kadar protein, analisis kadar zinc, serta konsentrasi kadar antosianin. Dengan demikian, penelitian ini mengembangkan dan mengevaluasi formulasi bubur instan MP-ASI fungsional untuk memenuhi kebutuhan gizi anak, mendukung SDGs poin ke-2 dan ke-3, serta sejalan dengan Rencana Induk Penelitian Universitas Brawijaya dalam aspek ketahanan pangan, kesehatan masyarakat, dan optimalisasi sumber daya lokal.

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan tempat pelaksanaan**

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan, dari bulan Agustus hingga Oktober 2025. Rangkaian kegiatan penelitian dilakukan di beberapa laboratorium yang berbeda. Persiapan sampel dan larutan akan dilakukan di Laboratorium TPP, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Uji *total plate count* dilaksanakan di laboratorium mikrobiologi pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Pengujian total protein, karbohidrat, lemak, zinc dan antosianin dilakukan di Laboratorium Biokimia, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.

### **Alat dan Bahan Riset**

Beberapa alat yang digunakan yaitu *cabinet dryer*, ayakan 60 mesh, *aluminium foil*, plastik PE, timbangan, kompor, spatula, blender, panci, serta wadah sebagai tempat mencampurkan seluruh bahan dalam proses pembuatan. Kemudian spektrofotometer UV-Vis, kuvet, labu lemak, desikator, vortex, mikropipet, erlenmeyer, tabung reaksi, cawan petri, centrifuge, soxhlet, buret, dan labu kjeldahl digunakan dalam pengujian sampel. Sementara bahan-bahan yang dibutuhkan terdiri atas tepung ubi jalar ungu, tepung bekatul, tepung beras merah, tepung biji labu kuning, tepung kacang koro buah labu kuning, VCO, susu pasteurisasi, telur omega, maltodekstrin serta susu formula SGM.

### **Tahapan riset**

Tahapan riset terdiri dari 7 tahap yang terdiri dari penelitian pendahuluan terhadap pembuatan formulasi bubur instan, uji daya rehidrasi, uji *total plate count*, uji lemak, uji protein, uji antosianin, dan uji kadar zinc.

### **Penelitian pendahuluan**

Pada monitoring pertama penelitian yang digunakan adalah penelitian pendahuluan terlebih dahulu. Penelitian ini menggunakan sampel dengan rasio tepung biji labu kuning : tepung ubi ungu : tepung kacang koro : tepung bekatul sebesar 5:2:2:1 pada F1, kemudian rasio 4:3:2:1 pada F2, rasio 3:4:2:1 pada F3, rasio 4:2:3:1 pada F4, dan rasio 2:4:3:1 pada F5. Pada masing-masing formulasi tersebut digunakan 10 ml VCO dan 30 ml susu pasteurisasi. Namun, hasil dari penelitian pendahuluan dinilai memiliki tekstur dan rasa yang kurang sesuai. Tekstur dari produk yang dihasilkan dari penelitian pendahuluan dinilai tidak larut dalam air dengan cukup baik serta kasar. Selain itu, dari segi rasa juga dinilai hambar. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ulang dengan rasio komposisi baru.

### **Pembuatan bubur Instan MP-Asi**

Proses pembuatan bubur instan diawali dengan mencampurkan seluruh bahan kering, yaitu tepung ubi ungu, tepung kacang koro, tepung biji labu kuning, dan tepung bekatul beras merah, sesuai dengan formulasi masing-masing perlakuan. Terdapat lima perlakuan formulasi (F1 hingga F5) yang menggunakan berbagai kombinasi bahan baku. Setiap formulasi memiliki komposisi yang berbeda untuk tepung biji labu kuning, tepung ubi ungu, tepung kacang koro, dan tepung bekatul, sedangkan bahan tambahan seperti susu formula, maltodekstrin, VCO, dan susu pasteurisasi digunakan dalam jumlah yang relatif sama.

Pada perlakuan F1, digunakan 74 g tepung biji labu kuning, 7 g tepung ubi ungu, 5 g tepung kacang koro, dan 3 g tepung bekatul. Perlakuan F2 terdiri atas 40 g tepung biji labu kuning, 7 g tepung ubi ungu, 22 g tepung kacang koro, dan 20 g tepung bekatul. Perlakuan F3 menggunakan 10 g tepung biji labu kuning, 9 g tepung ubi ungu, 35 g tepung kacang koro, serta 35 g tepung bekatul. Pada F4, komposisinya meliputi 50 g tepung biji labu kuning, 9 g tepung ubi ungu, 15 g tepung kacang koro, dan 15 g tepung bekatul. Sementara itu, F5 terdiri atas 30 g tepung biji labu kuning, 12 g tepung ubi ungu, 25 g tepung kacang koro, dan 22 g tepung bekatul. Susu formula digunakan pada setiap perlakuan sebanyak 5 g (1,25%), maltodekstrin sebanyak 6,45 g (1,61%), dan VCO sebanyak 11 g (2,75%). Selain itu, susu pasteurisasi

ditambahkan dalam jumlah yang sama pada setiap perlakuan, yaitu 248,55 g atau setara dengan 62,15% dari total bahan. Penambahan buah labu kuning segar dilakukan sebanyak 40 g (10%) pada seluruh perlakuan, dengan total keseluruhan bahan mencapai 400 g (100%) untuk masing-masing formulasi.

Setiap formulasi dicampur dengan 11 ml VCO, satu butir kuning telur omega, serta susu pasteurisasi sebanyak 248,55 ml. Campuran kemudian dipanaskan selama 10 menit pada suhu 60°C. Setelah itu, campuran diratakan tipis pada plastik PE dan dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* selama 6 jam pada suhu 60°C. Hasil pengeringan kemudian diblender dan diayak menggunakan ayakan berukuran 60 mesh. Bubuk yang dihasilkan selanjutnya disimpan dalam toples kedap udara untuk menjaga kualitasnya.

### **Uji Daya Rehidrasi**

Sampel bubuk MP-Asi yang telah dibuat dilakukan uji daya rehidrasi untuk mengetahui kemampuan bubuk kering dalam menyerap kembali air sehingga membentuk konsistensi bubur yang sesuai setelah diseduh. Sebanyak 10 ml air panas ditambahkan pada 1 gram sampel dalam tabung sentrifugasi lalu dibiarkan selama 30 menit. Setelah itu, sampel disentrifugasi dengan kecepatan putaran 3500 rpm selama 30 menit. Saring dan ukur supernatan dari masing-masing sampel setelah disentrifugasi. Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk mengetahui daya rehidrasi dari masing-masing sampel (Kristanti dkk., 2021). Rumus persamaan uji rehidrasi yaitu :

$$\text{daya rehidrasi } (\overline{g}): \frac{ml \cdot A - B}{C}$$

Keterangan :

A = volume air mula-mula (ml)

B = volume supernatan (ml)

C = bobot sampel (g)

### **Uji Total Plate Count**

Uji *Total Plate Count* (TPC) bertujuan untuk mengetahui jumlah total mikroba yang hidup dalam suatu sampel melalui metode pengenceran bertingkat dan inkubasi sampel pada media padat (Dewi dkk., 2020). Pada percobaan ini, sampel dihomogenkan terlebih dahulu dalam larutan pengencer NaCl 0,85%, kemudian dilakukan pengenceran seri hingga tingkat  $10^{-5}$ . Suspensi hasil pengenceran diambil masing-masing 1 mL dan dituang ke dalam cawan petri steril, lalu ditambahkan  $\pm 15$  mL media *plate count agar* (PCA) dalam keadaan steril disekitar api bunsen. Setelah homogen, media dibiarkan memadat dan selanjutnya diinkubasi pada suhu 37 °C selama 48 jam. Jumlah koloni yang tumbuh pada cawan dengan rentang 25–250 koloni kemudian dihitung untuk menentukan total jumlah mikroba dalam sampel.

### **Uji Lemak**

Uji Lemak dilakukan dengan metode soxhlet bekerja dengan prinsip ekstraksi kontinu menggunakan pelarut petroleum eter dalam jumlah konstan yang didukung oleh sistem pendingin balik. Saat pelarut dididihkan, uapnya naik melalui alat soxhlet menuju kondenser.

Uap tersebut mengalami pengembunan karena dialiri air dingin, kemudian menetes kembali ke dalam thimble yang berisi sampel. Pelarut yang terkumpul akan melarutkan lemak dalam sampel, dan ketika volumenya cukup, larutan tersebut mengalir ke labu melalui pipa sifon (Pratiwi dkk., 2019). Siklus pengembunan hingga aliran ini disebut refluks. Proses ekstraksi lemak kasar biasanya berlangsung sekitar 6 jam. Setelah ekstraksi selesai, pelarut dipisahkan dari lemak melalui penyulingan, kemudian lemak dikeringkan untuk memperoleh hasil akhir. Kemudian, dilakukan penimbangan labu dan dihitung dengan rumus kadar lemak dan gram lemak yakni:

$$\% \text{ kadar lemak: } \frac{W_2 - W_1}{W_{\text{sampel}}} \times 100\%$$

$$\text{gram lemak: } \frac{\% \text{ kadar lemak}}{100} \times W_{\text{sampel}}$$

Keterangan :

W1 : massa labu lemak kosong

W2: massa labu lemak hasil ekstraksi



**Gambar 1. Rangkaian Soxlet**

### **Uji Protein**

Dalam pengujian kadar protein digunakan metode Kjeldahl, yang terdiri dari 3 tahap utama yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi. Pada tahap destruksi, sebanyak 1 gram sampel dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, kemudian ditambahkan satu tablet katalis Kjeldahl dan 20 mL asam sulfat pekat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Campuran ini kemudian dipanaskan hingga cairan menjadi jernih dan dilanjutkan pemanasan selama 90 menit untuk memastikan seluruh nitrogen organik terkonversi menjadi  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Setelah proses pemanasan selesai, larutan didinginkan dan ditambahkan 25 mL akuades untuk mengencerkan hasil destruksi.

Selanjutnya, pada tahap destilasi, disiapkan erlenmeyer yang berisi 50 mL larutan asam borat 4% dan ditambahkan empat tetes indikator Kjeldahl, kemudian dicampur hingga

homogen. Erlenmeyer diletakkan di bawah kondensor (pendingin Liebig) sehingga ujung pipa distilasi berada di atas permukaan larutan asam borat. Ke dalam labu Kjeldahl, ditambahkan 80 mL larutan NaOH 30% melalui dinding pendingin agar reaksi berlangsung perlahan. Labu Kjeldahl kemudian dipasang pada alat destilasi dan dipanaskan perlahan hingga dua lapisan cairan tercampur. Pemanasan dilanjutkan hingga mendidih untuk memulai proses destilasi selama sekitar tiga menit. Menjelang akhir destilasi, posisi erlenmeyer diatur agar ujung pipa tidak menyentuh larutan asam borat guna mencegah kontaminasi.



**Gambar 2. Rangkaian alat destruksi protein**

Tahap terakhir yaitu titrasi. Hasil distilasi didinginkan terlebih dahulu dan dijaga agar larutan asam borat tidak ikut panas. Larutan hasil distilasi kemudian dititrasi menggunakan larutan HCl 0,1 N hingga terjadi perubahan warna dari hijau menjadi biru keunguan, yang menandakan titik akhir titrasi telah tercapai. Prosedur yang sama juga dilakukan untuk blanko, dengan menggunakan 1 mL akuades sebagai pengganti sampel. Volume HCl yang digunakan dalam titrasi sampel dan blanko kemudian dicatat untuk perhitungan kadar nitrogen.



**Gambar 3. Warna hijau adalah sampel sebelum titrasi, dan warna biru keunguan adalah sampel setelah titrasi tercapai.**

Perhitungan rumus uji protein dengan menghitung persentase kadar nitrogen sebagai berikut ini :

$$\% \text{ kandungan nitrogen} : \frac{14.008 \times N \times (A-B) \times 100}{C \times 1000}$$

Keterangan :

- N : Normal HCl  
A : Jumlah HCl titrasi sampel (ml)  
B : Jumlah HCl titrasi blanko (ml)  
14.008 : Berat dari N (secara analitik)  
C : Berat sampel yang digunakan (g)  
FK : Faktor konversi

### **Uji Antosianin**

Pelaksanaan uji antosianin diawali dengan pembuatan larutan dapar pada pH 1,0 dan pH 4,5. Larutan dapar pH 1,0 disiapkan dengan melarutkan KCl dalam akuades, kemudian disesuaikan pH-nya menggunakan HCl, sedangkan larutan dapar pH 4,5 dibuat dengan melarutkan natrium asetat trihidrat dan disesuaikan pH-nya menggunakan HCl. Selanjutnya dilakukan pengenceran HCl pekat hingga diperoleh larutan HCl 0,1 M yang digunakan dalam tahap ekstraksi. Pelarut ekstraksi disiapkan dengan mencampurkan etanol dan HCl 0,1 M dalam perbandingan 85:15 (v/v). Proses ekstraksi dilakukan dengan menimbang 1,25 g sampel, kemudian ditambahkan pelarut dengan perbandingan 1:2, dihomogenkan menggunakan *vortex* selama 15 menit dalam kondisi terlindung dari cahaya, kemudian difiltrasi. Proses ekstraksi diulang sebanyak tiga kali agar antosianin terekstrak secara optimal. Hasil supernatan kemudian dicampurkan dengan larutan dapar pH 1,0 maupun pH 4,5, masing-masing dengan faktor pengenceran 50 kali, untuk mengamati perubahan warna dan stabilitas pigmen pada kondisi pH berbeda. Tahap akhir yaitu pengukuran absorbansi larutan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 520 dan 700 nm untuk mengetahui intensitas warna dan menghitung konsentrasi antosianin berdasarkan nilai absorbansi.

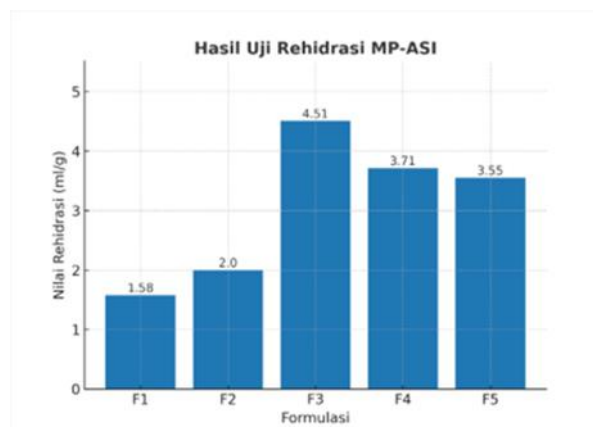
### **Uji Zinc**

Analisis kadar Zn secara spektrofotometri dilakukan menggunakan reagen dithizone sebagai pembentuk kompleks berwarna. Larutan dithizone 0,01% (b/v) disiapkan dengan melarutkan 50,0 mg dithizone ke dalam campuran aseton:propanol (1:1, v/v) hingga volume 100 mL untuk menghasilkan larutan 0,05%, kemudian dipipet 10,0 mL dan diencerkan dengan 20 mL aseton serta 20 mL propanol hingga volume 50 mL. Larutan standar Zn 10 mg/L dibuat dengan melarutkan 4,4 mg  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  ke dalam akuades hingga 100 mL. Dari larutan ini dibuat seri standar 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; dan 4,0 mg/L menggunakan rumus pengenceran ( $C_1V_1=C_2V_2$ ). Masing-masing 2,0 mL larutan standar dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL, kemudian ditambahkan 4,0 mL larutan dithizone 0,01% dan campuran aseton:propanol (1:1) hingga tanda batas. Larutan dihomogenkan dan dibiarkan selama 10 menit pada suhu ruang, kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 520 nm. Untuk sampel, sebanyak 2,0 mL larutan hasil destruksi ditambahkan 4,0 mL larutan dithizone 0,01%, diencerkan dengan campuran aseton:propanol (1:1) hingga volume 10 mL, dihomogenkan, dan dibiarkan selama 10 menit sebelum diukur absorbansinya pada  $\lambda = 520$  nm. Konsentrasi Zn dalam sampel ditentukan berdasarkan persamaan garis kalibrasi yang diperoleh dari larutan standar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Uji rehidrasi

Uji daya rehidrasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan bubuk instan MP- ASI dalam menyerap kembali air setelah melalui proses pengeringan. Pengujian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana bubuk kering dapat membentuk kembali konsistensi yang sesuai setelah diseduh dengan air panas. Berdasarkan metode yang mengacu pada penelitian Kristanti *dkk.* (2021), pengujian dilakukan dengan menambahkan 10 mL air panas pada 1 gram sampel, kemudian didiamkan selama 30 menit dan disentrifugasi pada kecepatan 3.500 rpm selama 30 menit. Nilai daya rehidrasi diperoleh dari selisih volume air awal dengan volume supernatan dibagi dengan bobot sampel.



Gambar 4. Chart kadar rehidrasi

Hasil pengujian menunjukkan bahwa formulasi bubuk dengan kombinasi tepung ubi ungu dan kacang koro memiliki nilai daya rehidrasi sebesar 1,58 mL/g, sedangkan formulasi dengan penambahan sedikit tepung bekatul menunjukkan nilai 2,00 mL/g. Formulasi ketiga memiliki nilai daya rehidrasi tertinggi, yaitu 4,51 mL/g. Formulasi lainnya, yang mengandung proporsi tepung bekatul dan tepung koro lebih rendah, memiliki nilai daya rehidrasi sebesar 3,71 mL/g dan 3,55 mL/g.

Nilai daya rehidrasi pada formulasi dengan kandungan tepung biji labu kuning, ubi ungu, kacang koro, dan bekatul seimbang (4,51 mL/g) masih berada dalam kisaran standar ideal rehidrasi bubuk instan MPASI, yaitu 2–5 mL/g. Jika dibandingkan dengan penelitian Kristanti *dkk.* (2021), hasil rehidrasi pada beberapa formulasi, terutama yang mengandung biji labu kuning dan bekatul dalam jumlah lebih besar, menunjukkan kesesuaian dengan nilai yang dilaporkan pada literatur. Sebaliknya, formulasi yang hanya mengandung sedikit protein dari kacang koro atau belum melalui proses gelatinisasi yang optimal menunjukkan nilai rehidrasi yang rendah. Rendahnya nilai tersebut dapat disebabkan oleh kurangnya pembentukan struktur pori yang baik selama proses pengeringan, sehingga air sulit diserap kembali pada saat penyeduhan.

### 2. Uji Total Plate Count

Berdasarkan hasil pengujian Total Plate Count (TPC) pada sampel F5, diperoleh hasil bahwa pada semua tingkat pengenceran, yaitu  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ , dan  $10^{-4}$ , menunjukkan kondisi TBUD

(Terlalu Banyak Untuk Dihitung). Hal ini berarti jumlah koloni mikroba yang tumbuh pada media PCA sangat tinggi hingga tidak dapat dihitung secara akurat dengan metode standar, karena melebihi 300 koloni per cawan. Kondisi ini menandakan bahwa jumlah total mikroba dalam sampel berada di atas batas maksimum yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-7111.1-2005 tentang MP-ASI Bubuk Instan, yaitu sebesar  $1 \times 10^4$  CFU/g.

Hasil TPC yang menunjukkan TBUD ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah proses pengeringan yang kurang optimal, sehingga kadar air dalam produk masih cukup tinggi dan mendukung pertumbuhan mikroba. Selain itu, kemungkinan adanya kontaminasi silang selama proses penanganan bahan baku, pengolahan, atau pengemasan juga dapat menjadi penyebab meningkatnya populasi mikroba. Faktor kebersihan alat dan lingkungan produksi yang kurang terjaga pun dapat memperburuk kondisi ini.

Gambar	Pengenceran	Jumlah Koloni	TPC (CFU/g)
	$10^{-2}$	TBUD	TBUD
	$10^{-3}$	TBUD	
	$10^{-4}$	TBUD	

**Gambar 5. Hasil TPC pada sampel bubuk instan formulasi kelima**

Pada sampel formulasi F4 yang ditunjukkan pada tabel, diketahui bahwa pada tingkat pengenceran  $10^{-2}$ , koloni mikroba yang tumbuh menunjukkan kondisi TBUD (Terlalu Banyak Untuk Dihitung), menandakan bahwa jumlah mikroba pada pengenceran tersebut terlalu padat untuk dihitung secara akurat. Pada pengenceran  $10^{-3}$ , jumlah koloni yang terbentuk adalah 162 koloni, sedangkan pada pengenceran  $10^{-4}$  ditemukan 46 koloni. Berdasarkan hasil perhitungan TPC, diperoleh nilai sebesar  $1,6 \times 10^4$  CFU/g.

Nilai ini menunjukkan bahwa jumlah mikroba total dalam sampel berada sedikit di atas batas maksimum yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-7111.1-2005 tentang MP-ASI Bubuk Instan, yaitu  $\leq 1 \times 10^4$  CFU/g. Dengan demikian, sampel ini hampir memenuhi, namun sedikit melampaui batas aman yang direkomendasikan untuk produk pangan bayi. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat kebersihan dan proses pengolahan sudah cukup baik, tetapi masih perlu dilakukan optimalisasi pada tahapan tertentu untuk menurunkan jumlah mikroba lebih lanjut.

Gambar	Pengenceran	Jumlah Koloni	TPC (CFU/g)
	10 <sup>-2</sup>	TBUD	1.6 x 10 <sup>4</sup>
	10 <sup>-3</sup>	162	
	10 <sup>-4</sup>	46	

Gambar 6. Hasil uji TPC pada sampel bubuk instan formulasi keempat

### 3. Model Rancangan

Rancangan Acak Lengkap (RAL) dipilih sebagai model rancangan untuk analisis. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua perlakuan yaitu sampel 1 dan sampel 2, masing masing dilakukan dua kali pengulangan. Data absorbansi dianalisis menggunakan *Genaral Linear Model* pada perangkat lunak Minitab.

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 1, diperoleh nilai absorbansi pada Sampel 1 sebesar 0,0398 untuk kedua pengulangan, sedangkan Sampel 2 menunjukkan nilai absorbansi sebesar 0,0789 pada pengulangan pertama dan 0,0657 pada pengulangan kedua.

Tabel 1 Data sampel uji antosianin

Sampel	Pengulangan	absorbansi
1	1	0.0398
1	2	0.0395
2	1	0.0789
2	2	0.0657

RAL dipilih karena untuk mengetahui perbedaan signifikan atau tidaknya suatu sampel. Variasi perlakuan terhadap nilai absorbansi antosianin dapat dianalisis secara objektif, tanpa adanya bias akibat perbedaan kondisi lingkungan atau faktor luar yang tidak terkontrol. Selain itu, rancangan ini memungkinkan perbandingan langsung antara perlakuan (Sampel 1 dan Sampel 2) untuk menilai sejauh mana perbedaan formulasi bahan atau proses pembuatan memengaruhi kadar antosianin yang dihasilkan.

- Hasil pemeriksaan ANOVA

#### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
absorbansi	2	0,5000	0,2500	0,50	0,707
Error	1	0,5000	0,5000		
Total	3	1,0000			

Gambar 7. Hasil analisis variansi pengulangan sampel

Hasil analisis varians (ANOVA) terhadap nilai absorbansi antosianin menunjukkan bahwa model yang digunakan tidak signifikan secara statistik. Hal ini terlihat dari nilai F sebesar 0,50 dengan nilai signifikansi (P-Value) sebesar 0,707, yang jauh lebih besar dari taraf

nyata 0,05. Artinya, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan terhadap nilai absorbansi antosianin yang dihasilkan.

Nilai *Adjusted Sum of Squares* (Adj SS) untuk faktor absorbansi adalah 0,5000 dengan *Adjusted Mean Square* (Adj MS) sebesar 0,2500, sedangkan galat (error) memiliki nilai Adj SS sebesar 0,5000 dan Adj MS sebesar 0,5000. Perbandingan ini menunjukkan bahwa variabilitas yang diakibatkan oleh perlakuan relatif kecil dibandingkan dengan variabilitas galat, sehingga pengaruh perlakuan terhadap perubahan nilai absorbansi tidak signifikan.

- Hasil *regresi linear* sederhana

**Coefficients**

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	1,500	0,373	4,02	0,155	
absorbansi					
0,0398	0,000	0,471	0,00	1,000	1,22
0,0657	0,500	0,553	0,90	0,532	1,22

**Gambar 8. Hasil Regresi Linear Sederhana**

Berdasarkan hasil analisis regresi, diperoleh nilai konstanta (Constant) sebesar 1,500 dengan Standard Error (SE) sebesar 0,373 dan T-Value sebesar 4,02. Meskipun nilai konstanta menunjukkan kecenderungan positif terhadap absorbansi, nilai P-Value sebesar 0,155 ( $> 0,05$ ) menunjukkan bahwa konstanta tidak signifikan secara statistik pada taraf kepercayaan 95%. Untuk variabel absorbansi, diperoleh dua nilai koefisien yaitu 0,0398 dan 0,0657, dengan P-Value masing-masing sebesar 1,000 dan 0,532. Karena kedua nilai P-Value tersebut jauh lebih besar dari 0,05, dapat disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan dari variabel absorbansi terhadap perubahan nilai respon yang diamati. Nilai Variance Inflation Factor (VIF) untuk semua variabel adalah 1,22, menunjukkan bahwa tidak terdapat masalah multikolinearitas antar variabel bebas dalam model, sehingga hasil analisis masih dapat dianggap stabil secara statistik.

#### 4. Hasil Uji kandungan Zinc

Pada uji zinc dilakukan pengukuran larutan standar zink dan dibuat data linieritas. Panjang gelombang yang digunakan yaitu 520 nm pada rentang konsentrasi 2 hingga 4mg/L dengan nilai r sebesar 0.9218.

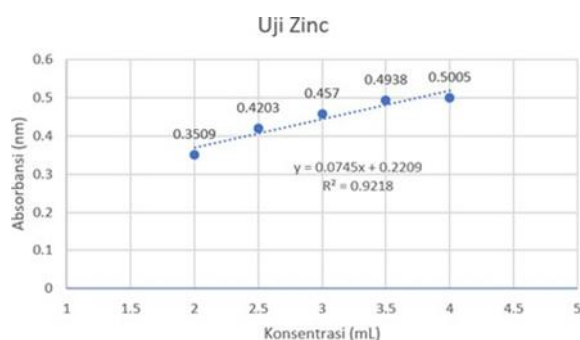
**Tabel 2. Data larutan standar Zinc**

konsentrasi	Absorbansi
2 ml	0.3509
2.5 ml	0.4203
3 ml	0.457
3.5 ml	0.4938
4 ml	0.5005

Berdasarkan data pada Tabel 2, hubungan antara konsentrasi larutan standar Zn dan nilai absorbansi menunjukkan peningkatan yang searah, di mana setiap kenaikan konsentrasi Zn diikuti dengan peningkatan nilai absorbansi. Nilai absorbansi yang diperoleh pada konsentrasi

2,0; 2,5; 3,0; 3,5; dan 4,0 mg/L berturut-turut adalah 0,3509; 0,4203; 0,4570; 0,4938; dan 0,5005. Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ion Zn dalam larutan, semakin besar pula intensitas warna kompleks Zn-dithizone yang terbentuk, sehingga nilai absorbansinya meningkat.

Dari hasil pemetaan antara konsentrasi dan absorbansi diperoleh persamaan regresi linier  $y = 0.0745x + 0.2209$  dengan nilai koefisien determinasi  $R^2 = 0.9218$ . Nilai  $R^2$  yang mendekati 1 menunjukkan bahwa terdapat hubungan linear yang kuat antara konsentrasi Zn dan nilai absorbansi yang. Persamaan ini selanjutnya digunakan sebagai kurva kalibrasi untuk menentukan kadar Zn dalam sampel hasil destruksi melalui pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 520 nm.



**Gambar 9. Kurva kalibrasi**

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan kalibrasi, diperoleh hubungan linear antara konsentrasi Zn dan nilai absorbansi yang diukur. Hubungan  $y = 0.00298K + 0.2209$ , diperoleh nilai absorbansi masing- masing sebesar 0.2240 nm untuk sampel F4 (1.37 mg/100 g) dan 0.2274 nm untuk sampel F5 (2.18 mg/100 g). Nilai absorbansi tersebut masih berada dalam rentang linearitas alat dan menunjukkan perbedaan yang relatif kecil antar perlakuan, menandakan konsentrasi Zn dalam kedua sampel berada pada kisaran yang sesuai dengan batas kadar Zn dalam produk pangan menurut SNI.

## 5. Hasil Uji kandungan gizi

**Tabel 3. Kandungan gizi pada bubur MP- Asi**

Kandungan Gizi	Formulasi		SNI/100g
	F5	F4	
Protein	19.87g	25.74g	8g - 22g
Lemak	23.65g	25.75g	6g - 15g
Antosianin	41.136mg	25.76mg	-
Zinc	1.37mg	2.18mg	0.6mg - 2.5mg

Hasil uji kandungan gizi menunjukkan bahwa kadar protein pada formulasi kelima sebesar 19,87 g/100 g dan pada formulasi keempat sebesar 25,74 g/100 g. Berdasarkan standar SNI 01- 7111.2-2005 tentang bubur bayi instan, kadar protein yang disyaratkan berkisar antara 8g–22 g/100 g. Dengan demikian, kedua formulasi memenuhi bahkan melampaui standar SNI, menandakan kandungan protein yang tinggi pada kedua produk.

Kandungan lemak pada formulasi pertama sebesar 23,65 g/100 g dan formulasi kedua sebesar 25,75 g/100 g. Jika dibandingkan dengan ketentuan SNI 01-7111.2-2005, yaitu kadar lemak antara 6–15 g/100 g, maka nilai lemak dari kedua formulasi melebihi batas tersebut. Kandungan lemak yang tinggi dapat memengaruhi tekstur dan densitas energi produk, serta berpotensi meningkatkan nilai kalori total.

Untuk zinc (Zn), rentang standar SNI 01-7111.2-2005 adalah 0,6–2,5 mg/100 g, sementara hasil pengujian menunjukkan kadar yang masih berada dalam kisaran tersebut yakni 1.37mg/100g pada formulasi F5 dan 2.18mg/100g pada formulasi F4, sehingga sesuai dengan kriteria kecukupan zat gizi mikro pada produk pangan olahan berbasis sereal.

Kandungan antosianin pada formulasi F5 tercatat sebesar 41,136 mg/100 g, sedangkan pada formulasi F4 sebesar 25,76 mg/100 g. Tidak terdapat ketentuan baku dalam SNI untuk kadar antosianin, namun senyawa ini dikenal sebagai pigmen alami yang berperan sebagai antioksidan dan berkontribusi terhadap warna serta potensi fungsional produk (Hardiansyah & Supariasa., 2020).

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian, Formulasi terbaik diperoleh pada kombinasi bahan dengan proporsi seimbang antara tepung biji labu kuning, ubi ungu, kacang koro, dan bekatul, yang menunjukkan daya rehidrasi optimal (4,51 mL/g), kadar protein dan zinc sesuai atau melebihi standar SNI 01-7111.2-2005, serta kandungan antosianin yang tinggi (41,136 mg/100 g) yang berperan sebagai antioksidan alami. Meski hasil uji TPC menunjukkan nilai sedikit di atas batas SNI, hal ini mengindikasikan perlunya optimalisasi pada proses pengeringan dan sanitasi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- AOAC. (2019). *Official Methods of Analysis* (21st ed.). Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Dewi, P. I., & Rahmawati, N. (2020). Fortifikasi zinc pada pangan untuk pencegahan stunting. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 15(3), 210–218.
- Fitriani, L., Sri W., Arifa U., *et al.* 2023. Penyuluhan Dan Praktek Menu Makanan Sehat Balita Untuk Pencegahan *Stunting* Di Kelurahan Anreapi. *Jurnal Abdimas ITEKES Bali*. 3(1): 47-51.
- Hardiansyah, H., & Supariasa, I. D. N. (2020). Ilmu Gizi Teori dan Aplikasi. Jakarta: EGC.
- Kementerian Kesehatan RI. (2023). Survei Status Gizi Indonesia (SSGI). Jakarta: Kemenkes RI.
- Kristanti, D., Wulandari, S., & Lestari, E. (2021). Sifat rehidrasi pada produk bubur instan berbasis pangan lokal. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(1), 22–30.
- Pratiwi, L., & Santoso, B. (2019). Kandungan antosianin pada ubi ungu dan manfaatnya sebagai antioksidan. *Jurnal Bioteknologi Indonesia*, 14(2), 67–74.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., & Budiyanto, S. (2010). *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian*. IPB Press.
- Utami, S. 2022. Pemberian Kacang Koro Pedang (*Canavalia Ensiformis L*) Hasil Fermentasi Dengan Ragi Tempe (*Rhizopus oligosporus*) Terhadap Performa Produksi Ayam Kampung. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*. 1(12): 1-6.

World Health Organization. (2021). Guideline on complementary feeding of infants and young children. Geneva: WHO.