



**PENGEMBANGAN MI BERBAHAN SAGU (*Metroxylon sagu*)
DAN KACANG BOGOR (*Vigna subterranean* (L.) Verdc.)
SERTA PENENTUAN *SATIETY INDEX*NYA**

YOANITA ROSA INDRINING TYAS



**PROGRAM STUDI ILMU GIZI
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN GIZI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengembangan Mi Berbahan Sagu (*Metroxylon sagu*) dan Kacang Bogor (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) serta Penentuan *Satiety Index*nya” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2026

Yanita Rosa Indrining Tyas
I1504231015

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

YOANITA ROSA INDRINING TYAS. Pengembangan Mi Berbahan Sagu (*Metroxylon sagu*) dan Kacang Bogor (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) serta Penentuan *Satiety Index*nya. Dibimbing oleh ENY PALUPI dan ZURAIDAH HASUTION.

Obesitas masih menjadi tantangan utama permasalahan gizi di tingkat global, dimana prevalensinya terus mengalami peningkatan pada setiap tahunnya. Konsumsi pangan tinggi serat dan protein diketahui berperan signifikan dalam menghasilkan respon rasa kenyang yang lebih lama melalui berbagai mekanisme fisiologis, seperti peningkatan distensi lambung, penurunan laju pengosongan lambung, serta menstimulasi sekresi hormon penekan nafsu makan di usus, termasuk *glucagon like peptide-1* (GLP-1) dan *peptide YY* (PYY). Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengembangkan dan menentukan *satiety index* formula mi berbahan sagu dan kacang bogor. Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh substitusi tepung kacang bogor terhadap karakteristik fisik, kandungan gizi, karakteristik sensori, dan *satiety index* pada formula mi sagu.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Oktober 2025 di beberapa laboratorium. Pembuatan tepung kacang bogor dilaksanakan di *SEAFast Center* IPB, pembuatan mi dilaksanakan di Laboratorium Percobaan Makanan Departemen Gizi Masyarakat IPB, pengujian karakteristik fisik dilaksanakan di Laboratorium Percobaan Makanan Departemen Gizi Masyarakat IPB dan Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan BRIN Yogyakarta, pengujian kandungan zat gizi dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Analisis Pangan Departemen Gizi Masyarakat IPB, pengujian sensori dilakukan di Laboratorium Organoleptik Departemen Gizi Masyarakat IPB, dan pengukuran *satiety index* dilakukan di *Teaching Café* Departemen Gizi Masyarakat IPB.

Desain percobaan dari penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor yang digunakan pada penelitian ini adalah perbandingan persentase substitusi tepung sagu dan tepung kacang bogor dengan empat taraf perlakuan, yaitu F0 (100:0), F1 (70:30), F2 (60:40) dan F3 (50:50). Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, meliputi (1) pembuatan tepung kacang bogor, (2) pembuatan rancangan formula mi berbahan sagu dan kacang bogor, (3) pembuatan mi berbahan sagu dan kacang bogor, (4) analisis karakteristik fisik, (5) analisis kandungan zat gizi, (6) evaluasi sensori afektif, (7) penentuan formula terpilih, (8) evaluasi sensori deskriptif, (9) pengukuran *satiety index*.

Analisis karakteristik fisik terdiri dari uji warna (*Chromameter*) dan *firmness* (*Texture Analyzer*). Analisis kandungan gizi terdiri dari kadar air (metode gravimetri, AOAC 2005:925.10), kadar abu (metode gravimetri, AOAC 2005:923.03), protein (metode Kjeldahl AOAC 2005:955.04), lemak (metode Soxhlet, AOAC 2005:920.39c), karbohidrat (metode *by difference*, AOAC 2005), serat pangan (metode gravimetri enzimatis, AOAC 985.29). Evaluasi sensori hedonik dengan metode *hedonic rating test* yang melibatkan 30 orang panelis semi terlatih, sedangkan evaluasi sensori deskriptif dengan metode *quantitative descriptive analysis* (QDA) yang melibatkan 11 orang panelis terlatih. Pengukuran *satiety index* menggunakan kuesioner *visual analog scale* (VAS) yang melibatkan 17 orang subjek. Data hasil penelitian diolah menggunakan *software Microsoft Excell*

2016 dan *IBM SPSS Statistics* 26 dengan uji *one-way ANOVA* yang apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* ($p < 0,05$), serta uji *Independent Sample T-Test*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula mi sagu dengan substitusi tepung kacang bogor secara karakteristik fisik memiliki *firmness* 2907,34-5406,64 gf; warna terdiri dari kecerahan (L^*) 74,85-80,82; kemerahan (a^*) 5,65-10,04; kekuningan (b^*) 7,93-15,02. Berdasarkan evaluasi sensori hedonik, formula mi sagu dengan substitusi tepung kacang bogor memiliki tingkat kesukaan pada atribut warna 5,24-6,05 dari 9; aroma 5,68-6,27 dari 9; rasa 5,09-5,98 dari 9; *mouthfeel* 4,47-5,63 dari 9; *aftertaste* 4,96-5,81 dari 9; penerimaan keseluruhan 5,19-6,24 dari 9. Berdasarkan kandungan gizi, formula mi sagu dengan substitusi tepung kacang bogor mengandung energi 393-409 kkal; protein 10-10,56%; lemak 0,01-4,45%; karbohidrat 81,79-96,01%; *available carbohydrate* 69,71-91,65%; serat total 4,46-12,24%; serat larut 1,10-2,83%; serat tak larut 3,37-9,41%; kadar abu 4,58-7,31%; dan kadar air 1,87-3,20%. Berdasarkan evaluasi sensori deskriptif, formula mi sagu dengan substitusi 40% tepung kacang bogor memiliki aroma langu, bawang, *beany* dengan intensitas masing-masing sebesar 7,00 dari 10; 6,91 dari 10; 3,36 dari 10; rasa berupa asin, umami, *starchy*, bawang dengan intensitas masing-masing sebesar 5,91 dari 10; 6,91 dari 10; 5,82 dari 10; 5,09 dari 10; *aftertaste* berupa langu, *beany*, *starchy* dengan intensitas masing-masing sebesar 5,09 dari 10; 6,09 dari 10; 4,91 dari 10; *mouthfeel* berupa kekenyalan (*springiness*), kekerasan (*hardness*), berpasir (*graininess*) dengan intensitas masing-masing sebesar 4,82 dari 10; 4,09 dari 10; 6,73 dari 10. Berdasarkan hasil pengukuran *satiety index*, formula mi sagu dengan substitusi 40% tepung kacang bogor memiliki nilai *satiety index* tinggi (121,52%), sedangkan mi sagu komersial memiliki nilai *satiety index* rendah (97,6%). Selain itu, mi sagu dengan substitusi 40% tepung kacang bogor dapat memperpanjang rasa kenyang hingga 16 menit lebih lama dibandingkan dengan mi sagu, bahkan hingga 33 menit lebih lama dibandingkan dengan roti putih dan 38 menit lebih lama dibandingkan dengan mi sagu komersial.

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi substitusi tepung kacang bogor maka karakteristik fisik (warna dan *firmness*) dan karakteristik sensori (rasa, *mouthfeel*, *aftertaste*, penerimaan keseluruhan) pada formula mi semakin menurun, sedangkan semakin tinggi substitusi tepung kacang bogor maka kandungan gizi (energi, protein, lemak, serat pangan) pada formula mi semakin meningkat. Formula mi terpilih, yaitu mi sagu dengan substitusi 40% tepung kacang bogor (F2) memiliki nilai *satiety index* yang tinggi serta dapat memperpanjang rasa kenyang dengan durasi yang lebih lama.

Kata kunci: kacang bogor, mi, sagu, *satiety index*, tinggi serat



SUMMARY

YOANITA ROSA INDRINING TYAS. Development of Noodles Made from Sago (*Metroxylon sagu*) and Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) and Determination of the Satiety Index. Supervised by ENY PALUPI and ZURAIDAH NASUTION.

Obesity has become a global nutritional problem, with a prevalence that continues to increase. Consumption of high fiber and protein plays a significant role in increasing satiety through various physiological mechanisms, such as increasing gastric distension, decreasing the gastric emptying, and stimulating the secretion of appetite-suppressing hormones in the intestine, including glucagon-like peptide-1 (GLP-1) and peptide YY (PYY). The general objective of this study was to develop and determine the satiety index of a sago noodle and bambara bean noodle formula. Specifically, this study aimed to examine the effect of bambara bean flour substitution on the physical characteristics, nutritional content, sensory characteristics, and satiety index of the sago noodle formula.

This research was conducted from January to October 2025 in several laboratories. Bambara bean flour was produced at the SEAFast Center IPB, noodle formulation was produced at the Food Experimental Laboratory of the Department of Community Nutrition IPB, physical characteristics analysis was conducted at the Food Experimental Laboratory of the Department of Community Nutrition IPB and the Research Center for Food Technology and Processing of the Indonesian Agency for Research and Innovation (BRIN) Yogyakarta, nutritional content analysis was conducted at the Chemistry and Food Analysis Laboratory of the Department of Community Nutrition IPB, sensory evaluation was conducted at the Organoleptic Laboratory of the Department of Community Nutrition IPB, and satiety index measurements were conducted at the Teaching Café of the Department of Community Nutrition IPB.

The experimental design used a Completely Randomized Design (CRD). The factors used in this study were the ratio of the substitution percentages of sago flour and bambara bean flour with four treatment levels: F0 (100:0), F1 (70:30), F2 (60:40), and F3 (50:50). This study was conducted in several stages, including (1) formulation of sago and bambara bean noodles, (2) assessment of physical characteristics and nutritional content, (3) sensory evaluation, and (4) measurement of the satiety index of the selected formula.

The physical characteristic analysis consisted of color analysis (Chromameter) and firmness analysis (Texture Analyzer). Nutritional content analysis consists of water content (gravimetric method, AOAC 2005:925.10), ash content (gravimetric method, AOAC 2005:923.03), protein (Kjeldahl method AOAC 2005:955.04), fat (Soxhlet method, AOAC 2005:920.39c), carbohydrate (by difference method, AOAC 2005), dietary fiber (gravimetric-enzymatic method, AOAC 985.29). Hedonic sensory evaluation used the hedonic rating test method involving 30 semi-trained panelists, while descriptive sensory evaluation used the quantitative descriptive analysis (QDA) method involving 11 trained panelists. Measurement of the satiety index used a visual analog scale (VAS) questionnaire involving 17 subjects. The research data were processed using Microsoft Excel 2016 and IBM SPSS Statistics 26 software using a one-way ANOVA test. If

differences were found, further analysis was performed using Duncan's Multiple Range Test ($p < 0.05$) and an Independent Sample T-Test.

The results of the study showed that the sago noodles with substitution of Bambara groundnut flour in physical characteristics had a hardness of 2907.34-5406.64 gf; color, namely lightness (L^*) 74.85-80.82; redness (a^*) 5.65-10.04; and yellowness (b^*) 7.93-15.02. Based on hedonic sensory evaluation, the sago noodles with substitution of Bambara groundnut flour had a preference level for color 5.24-6.05 out of 9; aroma 5.68-6.27 out of 9; taste 5.09-5.98 out of 9; mouthfeel 4.47-5.63 out of 9; aftertaste 4.96-5.81 out of 9; overall acceptance 5.19-6.24 out of 9. Based on nutritional content the sago noodles with substitution of Bambara groundnut flour contained 393-409 kcal of energy; 2.10-10.56% protein; 0.01-4.45% fat; 81.79-96.01% carbohydrates; 69.71-91.65% available carbohydrates; 4.46-12.24% total fiber; 1.10-2.83% soluble fiber; 3.37-9.41% insoluble fiber; 4.58-7.31% ash content; and 1.87-3.20% moisture content. Based on descriptive sensory evaluation, the sago noodle with 40% Bambara groundnut flour substitution had an off-beany, onion, and beany aroma with an intensity of 7.00 out of 10, 6.91 out of 10, and 3.36 out of 10, respectively; salty, umami, starch, and onion taste with an intensity of 5.91 out of 10, 6.91 out of 10, 5.82 out of 10, and 5.09 out of 10, respectively; off-beany, beany, and starchy aftertaste with an intensity of 5.09 out of 10, 6.09 out of 10, and 4.91 out of 10, respectively; and springiness, hardness, and graininess mouthfeel with an intensity of 4.82 out of 10, 4.09 out of 10, and 6.73 out of 10, respectively. Based on the satiety index measurements, the sago noodle formula with 40% Bambara groundnut flour substitution had a high SI value (121.52%), whereas commercial sago noodles had a low SI value (97.6%). Furthermore, sago noodles with 40% Bambara groundnut flour substitution prolonged satiety for up to 16 min longer than the control, up to 33 min longer than white bread, and 38 min longer than commercial sago noodles.

Therefore, it can be concluded that the higher the substitution of Bogor peanut flour, the lower the physical (color and firmness) and sensory (flavor, mouthfeel, aftertaste, and overall acceptability) characteristics of the noodle formula. Meanwhile, the higher the substitution of Bambara groundnut flour, the higher the nutritional content (energy, protein, fat, and dietary fiber). The selected noodle formula, sago noodles with 40% substitution of Bambara groundnut flour (F2), exhibited a high satiety index and prolonged satiety.

Keywords: bambara bean, high fiber, noodle, sago, satiety index





© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



**PENGEMBANGAN MI BERBAHAN SAGU (*Metroxylon sagu*)
DAN KACANG BOGOR (*Vigna subterranean* (L.) Verdc.)
SERTA PENENTUAN *SATIETY INDEX*NYA**

YOANITA ROSA INDRINING TYAS

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Ilmu Gizi

**PROGRAM STUDI ILMU GIZI
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN GIZI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

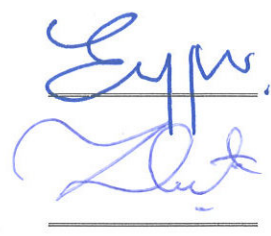
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Pengembangan Mi Berbahan Sagu (*Metroxylon sagu*) dan Kacang Bogor (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) serta Penentuan *Satiety Index*nya
Nama : Yoanita Rosa Indrining Tyas
NIM : I1504231015

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr.agr. Eny Palupi, S.T.P., M.Sc.



Pembimbing 2:
Zuraidah Nasution, S.T.P., M.Sc., Ph.D.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Drs. Rimbawan
NIP 196204061986031002

Dekan Fakultas Kedokteran dan Gizi
Dr. dr. Ivan Rizal Sini, GDRM., MMIS., MBA., FRANZCOG.,
Sp. OG.
NIP 202501197205091001




Tanggal Ujian: 6 Maret 2026

Tanggal Lulus: 09 JUN 2026

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul “Pengembangan Mi Berbahan Sagu (*Metroxylon sagu*) dan Kacang Bogor (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) serta Penentuan *Satiety Index*nya” sebagai syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Magister Ilmu Gizi Institut Pertanian Bogor. Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah mendukung dan membantu dalam penyusunan tesis. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr.agr. Eny Palupi, S.T.P., M.Sc.dan Dr. Zuraidah Nasution, S.T.P., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah senantiasa meluangkan waktunya untuk berdiskusi, memberikan bimbingan dan arahan, serta memberi dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan baik;
2. Bapak Falintianus Sukendra dan Ibu Theresia Watinighsih selaku kedua orang tua penulis, Maximilliano Raditya Nanda Indrawan dan Helarius Rafa Nanda Indrawan selaku adik kandung penulis serta keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang dan dukungan selama penulis menempuh pendidikan;
3. Dr.agr. Eny Palupi, S.T.P., M.Sc., Bapak Alit Pangestu, Desy Rianita Tarigan, Sharon Ingsie, Renata Pangkerego, dan Mahlinda Rizani selaku Tim Mi Sagu dan Kacang Bogor yang telah memberikan berbagai fasilitas, bantuan, dan dukungan selama penelitian;
4. Dr. dr. Karina Rahmadia Ekawidyani, M.Gizi selaku penanggung jawab medis yang telah berkontribusi membantu pelaksanaan penelitian;
5. Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) yang telah memberikan dukungan dalam bentuk pendanaan penelitian melalui program BIMA skema Program Tesis Magister (PTM);
6. Tim enumerator dan seluruh responden penelitian mi berbahan sagu dan kacang bogor yang telah berkontribusi membantu dalam seluruh proses pengumpulan data penelitian;
7. Segenap laboran dan teknisi laboratorium, Teh Ine, Mas Satrio, Ibu Omi, Nadira, Pak Junaedi, serta staff administrasi akademik dan kemahasiswaan, Teh Sarifah dan Teh Aisyah yang telah membantu dalam hal administrasi dan teknis penelitian;
8. Teman-teman seperjuangan Magister Ilmu Gizi IPB 2023/2024 yang telah memberikan motivasi dan dukungan selama menjalani perkuliahan sehingga dapat berjalan dengan baik dan menyenangkan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penelitian ini. Besar harapan penulis agar penelitian ini dapat berkontribusi pada ilmu pengetahuan dan memberikan manfaat bagi berbagai pihak.

Bogor, Juni 2026

Yoanita Rosa Indrining Tyas



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Obesitas dan Faktor Risikonya	4
2.2 Serat Pangan dan Rasa Kenyang	4
2.3 Pengembangan Produk Mi Sebagai Pangan Olahan Sumber Serat	6
2.4 Sagu dan Kacang Bogor Sebagai Bahan Baku Pembuatan Mi	7
III METODE	9
3.1 Desain, Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2 Alat	10
3.3 Bahan	10
3.4 Tahapan Penelitian	10
3.5 Rancangan Percobaan	20
3.6 Pengolahan dan Analisis Data	20
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Pengembangan Produk Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor	21
4.2 Karakteristik Fisik Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor	27
4.3 Kandungan Zat Gizi Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor	28
4.4 Karakteristik Sensori Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor	31
4.5 Penentuan Formula Terpilih Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor	37
4.6 <i>Satiety Index</i> Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor	37
4.7 Keunggulan dan Kekurangan Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor	41
V SIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Simpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	53
RIWAYAT HIDUP	96

DAFTAR TABEL

1	Standar mutu mi instan	6
2	Kandungan zat gizi sagu per 100 g	7
3	Kandungan zat gizi kacang bogor per 100 g	8
4	Percobaan formulasi mi berbahan sagu dan kacang bogor dengan	12
5	Estimasi kandungan gizi mi berbahan sagu dan kacang bogor (per 100 g)	12
6	Formula mi berbahan sagu dan kacang bogor	13
7	Karakteristik subjek per individu	17
8	Penampakan visual mi berbahan sagu dan kacang bogor	23
9	Optimalisasi pengembangan produk mi berbahan sagu dan kacang bogor	26
10	Karakteristik fisik mi berbahan sagu dan kacang bogor	27
11	Kandungan zat gizi mi berbahan sagu dan kacang bogor per 100 g	28
12	Tingkat kesukaan mi berbahan sagu dan kacang bogor	31
13	Deskriptor atribut sensori mi berbahan sagu dan kacang bogor	32
14	Kandungan gizi per 240 kkal dan <i>satiety index</i> pangan uji	38
15	Bahan standar dan konsentrasi aroma dasar	62
16	Bahan standar dan konsentrasi rasa dasar	62
17	Bahan standar dan konsentrasi uji rangking	63
18	Atribut dan standar referensi aroma mi berbahan sagu dan kacang bogor	63
19	Atribut dan standar referensi rasa yang terdapat pada mi	64
20	Atribut dan standar referensi <i>aftertaste</i> yang terdapat pada mi	64
21	Atribut dan standar referensi <i>mouthfeel</i> yang terdapat pada mi	64

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR GAMBAR

1	Tepung sagu	7
2	Kacang bogor	8
3	Diagram alir desain penelitian	9
4	Diagram alir pembuatan tepung kacang bogor	11
5	Diagram alir pembuatan mi berbahan sagu dan kacang bogor	14
6	Diagram alir proses persiapan pangan intervensi	18
7	Alur pengukuran <i>satiety index</i>	19
8	Hasil uji QDA mi berbahan sagu dan kacang bogor	33
9	Tingkatan VAS untuk indeks rasa kenyang pada menit ke- 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 setelah konsumsi pangan uji	39

DAFTAR LAMPIRAN

1	Analisis karakteristik fisik	54
2	Analisis kandungan gizi	55
3	Prosedur pengukuran <i>satiety index</i>	61
4	Prosedur uji sensori deskriptif (QDA)	62
5	<i>Informed consent</i>	66
6	Formulir uji sensori hedonik	67
7	Formulir uji sensori deskriptif	70
8	Naskah penjelasan sebelum persetujuan dari subjek penelitian	77
9	Kuesioner <i>visual analog scale</i> (VAS)	81
10	Surat lolos kaji etik	82
11	Hasil uji sensori hedonik	83
12	Hasil uji sensori deskriptif	86
13	Hasil pengukuran skor rasa lapar pangan uji	87
14	Hasil pengukuran skor rasa kenyang pangan uji	89
15	Hasil pengukuran skor keinginan makan pangan uji	91
16	Hasil pengukuran skor kuantitas makan pangan uji	93
17	Hasil perhitungan luas AUAC dan indeks kekenyangan subjek	95



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Obesitas masih menjadi tantangan utama permasalahan gizi di tingkat global, dimana prevalensinya terus mengalami peningkatan pada setiap tahunnya. Menurut data *World Health Organization* (2024), sebanyak satu dari delapan penduduk dunia diperkirakan mengalami obesitas pada tahun 2022. Di Indonesia, prevalensi obesitas pada penduduk berusia diatas 18 tahun meningkat secara signifikan dari 21,8% pada tahun 2018 menjadi 23,4% pada tahun 2023 (Kemenkes 2023). Obesitas merupakan kondisi metabolik multifaktorial yang ditandai dengan akumulasi lemak berlebih akibat ketidakseimbangan energi (WHO 2024). Salah satu mekanisme yang berfungsi untuk mengatur asupan energi adalah rasa kenyang atau *satiety* (Rakha 2022). *Satiety* adalah perasaan kenyang yang bertahan setelah mengkonsumsi makanan sehingga dapat menekan rasa lapar dan menunda keinginan makan pada durasi waktu tertentu (Tremblay dan Bellisle 2015). Gangguan regulasi sinyal rasa kenyang pada individu dengan obesitas dapat menurunkan efektivitas respon rasa kenyang dan berkontribusi terhadap peningkatan asupan makan secara berlebihan (Jacob *et al.* 2023). Konsumsi serat pangan diketahui berperan signifikan dalam meningkatkan rasa kenyang melalui berbagai mekanisme fisiologis, seperti peningkatan distensi lambung, penurunan laju pengosongan lambung, serta menstimulasi sekresi hormon penekan nafsu makan di usus, termasuk *glucagon like peptide-1* (GLP-1) dan *peptide YY* (PYY) (Rakha 2022). Salah satu bahan pangan tinggi serat adalah sagu.

Sagu (*Metroxylon sagu*) diketahui memiliki kandungan serat pangan yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 3,65–8,83% (Moeljono *et al.* 2025). Tingginya kandungan serat dapat berkontribusi terhadap sifat fungsional sagu dalam peningkatan nilai gizi produk, sehingga sagu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif pengganti tepung terigu dalam pembuatan mi. Mi merupakan salah satu produk yang sangat digemari masyarakat Indonesia karena memiliki berbagai varian rasa, cara pengolahan yang praktis serta harganya yang terjangkau (Wibowo *et al.* 2024). Data *World Instant Noodle Association* (2024) menunjukkan bahwa konsumsi mi instan di Indonesia pada tahun 2023 mengalami peningkatan sebesar 16,13% mencapai 14,54 juta bungkus dibandingkan tahun 2019 sebanyak 12,52 juta bungkus. Namun, pemanfaatan sagu sebagai bahan baku dalam pembuatan mi masih memiliki kelemahan dari aspek kandungan gizi, diketahui bahwa mi berbahan dasar tepung sagu memiliki kandungan protein yang relatif rendah, yaitu hanya sekitar 0,24% (Litaay *et al.* 2024). Oleh karena itu, untuk meningkatkan kandungan protein mi sagu dapat dilakukan dengan cara menambahkan bahan pangan lain yang mengandung tinggi protein, yaitu kacang bogor.

Kacang bogor atau *Bambara groundnut* (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) merupakan sumber protein nabati dengan kandungan protein berkisar antara 18,50–20,73% (Adeleke *et al.* 2017). Protein kacang bogor mengandung sembilan jenis asam amino esensial, termasuk leusin, lisin, fenilalanin, valin, isoleusin, treonin, histidin, metionin, dan triptofan (Veldsman *et al.* 2023). Arginin, leusin, dan lisin merupakan asam amino esensial yang jumlahnya paling melimpah, sedangkan asam amino yang mengandung sulfur seperti metionin dan sistein ditemukan sebagai asam amino pembatas (Veldsman *et al.* 2023). Nilai skor asam

amino bahan pangan ini mencapai 91% sehingga mengindikasikan bahwa kacang bogor memiliki mutu protein yang baik (Maphosa *et al.* 2022). Konsumsi protein diketahui mampu menghasilkan respon rasa kenyang yang lebih lama dibandingkan dengan karbohidrat maupun lemak (Stubbs *et al.* 2023). Kemampuan protein dalam menurunkan sekresi hormon pemicu rasa lapar yaitu ghrelin, sekaligus meningkatkan pelepasan hormon penekan nafsu makan di usus, termasuk *glucagon like peptide-1* (GLP-1), *cholecystinin* (CCK), dan *peptide YY* (PYY), berkontribusi terhadap penekanan rasa lapar dan peningkatan rasa kenyang, sehingga membantu mengontrol nafsu makan secara lebih efektif (Rakha 2022). Penelitian Ridwan *et al.* (2024) menunjukkan bahwa penambahan 60% kacang bogor pada formula roti ubi ungu dapat meningkatkan skor *satiety* mencapai 60,12%. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengembangan dan penentuan *satiety index* produk mi berbahan sagu dan kacang bogor sebagai alternatif makanan pokok tinggi serat dalam upaya meningkatkan rasa kenyang dan mengurangi konsumsi makanan tambahan, yang sering kali berkontribusi secara signifikan terhadap asupan kalori berlebih pada penderita obesitas.

1.2 Rumusan Masalah

Sagu dan kacang bogor diketahui mengandung serat pangan yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pengembangan produk pangan tinggi serat yang berpotensi untuk meningkatkan indeks kekenyangan. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan pokok permasalahan yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Bagaimana pengaruh substitusi tepung kacang bogor terhadap karakteristik fisik (warna dan *firmness*) pada formula mi sagu?
- Bagaimana pengaruh substitusi tepung kacang bogor terhadap kandungan gizi (protein, lemak, karbohidrat, energi, serat pangan, abu, dan air) pada formula mi sagu?
- Bagaimana pengaruh substitusi tepung kacang bogor terhadap karakteristik sensori pada formula terpilih mi sagu?
- Bagaimana pengaruh substitusi tepung kacang bogor terhadap terhadap *satiety index* pada formula terpilih mi sagu?

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan Umum

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka penelitian ini memiliki dua tujuan yang hendak dicapai, yaitu tujuan umum dan tujuan khusus. Adapun tujuan umum dari penelitian ini adalah mengembangkan dan menentukan *satiety index* pada formula mi berbahan sagu dan kacang bogor.

1.3.2 Tujuan Khusus

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka penelitian ini memiliki dua tujuan yang hendak dicapai, yaitu tujuan umum dan tujuan khusus. Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Mengkaji pengaruh substitusi tepung kacang bogor terhadap karakteristik fisik (warna dan *firmness*) pada formula mi sagu.

- b) Mengkaji pengaruh substitusi tepung kacang bogor terhadap kandungan gizi (protein, lemak, karbohidrat, energi, serat pangan, abu, dan air) pada formula mi sagu.
- c) Mengkaji pengaruh substitusi tepung kacang bogor terhadap evaluasi sensori pada formula terpilih mi sagu.
- d) Mengkaji pengaruh substitusi tepung kacang bogor terhadap *satiety index* pada formula terpilih mi sagu.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait pengembangan produk mi berbahan sagu dengan penambahan kacang bogor sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif makanan pokok tinggi serat yang dapat memperpanjang rasa kenyang guna mengurangi konsumsi makanan tambahan yang seringkali berkontribusi signifikan terhadap asupan kalori berlebih. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat mendorong pemanfaatan bahan pangan lokal berupa, sagu dan kacang bogor, sebagai strategi yang komprehensif dalam memperkuat ketahanan pangan lokal.



II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Obesitas dan Faktor Risikonya

Obesitas adalah penyakit peradangan kronis yang ditandai dengan akumulasi lemak yang berlebihan di dalam tubuh (WHO 2024). Kriteria obesitas pada orang dewasa dapat diukur berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT). Berdasarkan *World Health Organization* (WHO), seseorang dikategorikan obesitas apabila memiliki nilai IMT ≥ 30 kg/m². Faktor penyebab terjadinya obesitas adalah konsumsi makanan berdensitas energi tinggi dan rendahnya konsumsi serat (Livingstone *et al.* 2022). Hal ini menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan energi, dimana jumlah energi yang dikonsumsi (*energy in*) lebih besar dibandingkan dengan jumlah energi yang digunakan oleh tubuh (*energy out*) (Lin dan Li 2021). Energi yang berlebihan di dalam tubuh akan diubah menjadi asam lemak bebas (FFA) dan disimpan di dalam jaringan adiposa putih dalam bentuk trigliserida (Ahmed *et al.* 2021).

Kelebihan lemak di dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama dapat memicu terjadinya pengendapan lemak ektopik di jaringan dan organ lain seperti hati, otot, dan ginjal (Chait dan den Hartigh 2020). Hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada organel sel yang memicu pelepasan spesies organ reaktif (ROS) dan sitokin pro-inflamasi berlebih sehingga menyebabkan kondisi inflamasi (Ahmed *et al.* 2021). Kondisi inflamasi memicu sehingga meningkatkan produksi spesies organ reaktif (ROS) dan sekresi sitokin pro-inflamasi seperti *tumor necrosis factor α* (TNF- α) dan *interleukin 6* (IL-6), yang berkontribusi terhadap perkembangan berbagai penyakit sindrom metabolik (Yang *et al.* 2022). Oleh karena itu, intervensi yang dapat diberikan dalam upaya pencegahan obesitas adalah meningkatkan asupan serat harian yang dikombinasikan dengan aktivitas fisik yang teratur. Peningkatan asupan serat sebanyak 1 g/hari diketahui dapat berpengaruh terhadap penurunan BMI secara signifikan sebesar 0,29kg/m² pada pria obesitas (Waddell dan Orfila 2023).

2.2 Serat Pangan dan Rasa Kenyang

2.2.1 Definisi, Klasifikasi dan Rekomendasi Asupan Serat Pangan

Serat pangan atau *dietary fiber* adalah karbohidrat pada tumbuhan yang tidak dapat dihidrolisis atau dicerna oleh enzim pencernaan di dalam usus pada tubuh manusia (Perry dan Ying 2016). Berdasarkan *World Health Organization* (WHO) tahun 2023, rekomendasi asupan serat yang dianjurkan secara global sebanyak 25-30 g/hari. Serat dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok berdasarkan sifat kelarutannya dalam air, yaitu serat larut atau *soluble dietary fiber* (SDF) dan serat tidak larut atau *insoluble dietary fiber* (IDF). Serat larut seperti fruktan, inulin, pektin, rafinosa, dan arabinoxylan memiliki manfaat untuk memperlambat pengosongan lambung, memberikan rasa kenyang, membantu mengendalikan kadar glukosa dan kolesterol darah. Sedangkan, serat tidak larut seperti pati resisten, selulosa, hemiselulosa, kitin, lignin, *beta glucan*, dan *xanthan gum* memiliki manfaat untuk mempersingkat waktu transit usus, meningkatkan efek pencahar, meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas mikroflora usus (Mazhar *et al.* 2023).

2.2.2 Rasa Kenyang Beserta Faktor yang Memengaruhi

Secara terminologi, rasa kenyang dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu *satiation* dan *satiety*. Menurut Forde (2018), *satiation* merupakan serangkaian proses yang membuat seseorang untuk mengakhiri makannya, sedangkan *satiety* merupakan sebuah proses penghambatan keinginan untuk melanjutkan makan dan penurunan rasa lapar yang diikuti dengan peningkatan rasa kenyang setelah selesai makan sampai waktu makan berikutnya. Secara sederhana, *satiation* merupakan perasaan kenyang seseorang selama proses pencernaan setelah makan dan *satiety* merupakan seberapa lama rasa kenyang seseorang dapat dipertahankan antar waktu makan (Camilleri 2015).

Faktor yang memengaruhi rasa *satiety* seseorang terhadap suatu makanan adalah pengetahuan/kognitif, karakteristik sensori, sifat fisik, dan kandungan gizi (Tremblay dan Bellisle 2015). Kandungan zat gizi, terutama serat total, serat larut, dan serat tidak larut memiliki hubungan yang signifikan terhadap peningkatan rasa kenyang (Palupi *et al.* 2024).

2.2.3 Peran Serat Pangan dalam Mekanisme Pengaturan Rasa Kenyang

Serat dapat memengaruhi rasa kenyang melalui jalur mekanisme fisiologis di saluran pencernaan. Mikrobiota usus memfermentasi serat untuk menghasilkan asam lemak rantai pendek atau *short chain fatty acid* (SCFA), seperti asetat, propionat, dan butirat. Asam lemak rantai pendek mengaktifasi reseptor protein berpasangan G (*G-protein coupled receptors*) seperti GPR41 (FFAR 3) dan GPR43 (FFAR 2) pada sel enteroendokrin (Savastano *et al.* 2014) sehingga dapat menstimulasi sekresi hormon *glucagon like peptide-1* (GLP-1) dan *peptida YY* (PYY) oleh sel L usus serta hormon leptin oleh jaringan adiposa. Hormon-hormon tersebut mentransmisikan sinyal kepada hipotalamus untuk mengatur keseimbangan energi tubuh dengan menekan rasa lapar dan menstimulasi rasa kenyang (Barakat *et al.* 2024; Wu *et al.* 2023). Selain itu, serat memiliki tingkat kelarutan dan viskositas yang tinggi sehingga dapat meningkatkan frekuensi mengunyah atau *mastication* dan menurunkan laju pengosongan lambung. Hal ini akan menghambat produksi hormon ghrelin oleh mukosa lambung sehingga hipotalamus akan mengatur keseimbangan energi tubuh dengan menekan rasa lapar dan menstimulasi rasa kenyang.

2.2.4 Definisi dan Cara Pengukuran *Satiety Index*

Satiety index merupakan rasio rasa *satiety* yang dihasilkan oleh makanan uji dibandingkan dengan rasa *satiety* yang dihasilkan makanan acuan dikalikan 100% (Forde 2018). Instrumen yang digunakan dalam pengukuran indeks rasa kenyang atau *satiety index* adalah kuesioner VAS (*Visual Analogue Scale*) dengan skala garis 100 mm. Kuesioner VAS terdiri dari 4 indikator yang berkaitan dengan rasa lapar (*hunger*), rasa kenyang (*fullness*), keinginan makan (*desire to eat*), dan kuantitas makan (*food intake*). Subjek diminta mengisi kuesioner dengan cara memberikan tanda garis tegak lurus pada skala di antara tidak sama sekali hingga sangat banyak/kuat/kenyang/lapar (Forde 2018).

2.3 Pengembangan Produk Mi Sebagai Pangan Olahan Sumber Serat

2.3.1 Definisi dan Proses Pengolahan Mi

Mi merupakan produk pangan yang dibuat dari bahan baku utama tepung terigu dengan atau tanpa bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan (BSN 2015). Terdapat tiga macam jenis mi, yaitu mi basah, mi kering, dan mi instan. Secara umum, proses pengolahan mi terdiri dari tahap pencampuran bahan, pembuatan adonan, pencetakan lembaran (*sheeting*), pembuatan untaian (*slitting*), dan pemotongan (*cutting*) berbentuk khas mi dengan atau tanpa mengalami proses pemasakan (perebusan atau pengukusan (BSN 2015).

2.3.2 Standar Mutu Mi

Proses pengolahan mi untuk diperjualbelikan harus memenuhi persyaratan standar mutu berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 3551-2018) (BSN 2018). Standar mutu mi instan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Standar mutu mi instan

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
1.3	Warna	-	Normal
1.4	Tekstur	-	Normal
1.5	Benda asing	-	Tidak ada
1.6	Keutuhan	fraksi massa, %	Min. 90
2	Kadar air		
2.1	Pengeringan dengan penggorengan	fraksi massa, %	Maks. 10
2.2	Pengeringan dengan cara lainnya	fraksi massa, %	Maks. 14
3	Kadar protein (N x 5,7)	fraksi massa, %	Min. 6,0
4	Bilangan asam	mg KOH / g minyak	Maks. 2

Sumber: BSN (2018)

2.3.3 Regulasi Klaim Produk Pangan Olahan Sumber Serat

Pangan olahan hanya dapat mencantumkan klaim pada label dan iklan pangan olahan setelah memenuhi persyaratan kategori pangan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Berdasarkan Perka BPOM Nomor 1 tahun 2022 mengenai Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan, persyaratan untuk mencantumkan klaim pada pangan olahan adalah asupan per sajian tidak lebih dari 18 g lemak total, 6 g lemak jenuh, 60 mg kolesterol dan 300 mg natrium. Suatu produk pangan dapat diklaim sebagai produk pangan sumber serat apabila mengandung serat pangan minimal sebesar 3 g per 100 g dalam bentuk padat, sedangkan suatu produk pangan dapat diklaim sebagai produk pangan tinggi serat apabila mengandung serat pangan minimal sebesar 6 g per 100 g dalam bentuk padat.

2.3.4 Konsumsi Mi di Indonesia

Mi menjadi makanan yang banyak dikonsumsi dan digemari oleh masyarakat Indonesia. Bahkan, saat ini mi menjadi salah satu pangan alternatif pengganti nasi di Indonesia. Berbagai variasi rasa, kemudahan dalam penyajian, serta harga yang terjangkau menjadi keunggulan mi sebagai salah satu makanan pokok selain nasi (Wibowo *et al.* 2024). Berdasarkan data *World Instant Noodles Association* (WINA) tahun 2022, Indonesia menduduki peringkat kedua terbesar di dunia dengan jumlah konsumsi mi instan sebanyak 14,54 miliar porsi per tahunnya.

2.3.5 Tantangan dalam Pengembangan Produk Mi

Besarnya permintaan dan konsumsi mi di Indonesia menjadi peluang untuk melakukan pengembangan produk mi. Akan tetapi, kandungan gizi yang tidak seimbang masih menjadi salah satu tantangan dalam proses pengembangan produk mi, dimana kandungan serat yang terkandung pada satu bungkus mi komersial hanya berkisar 2% (Bayomy dan Alamri 2022). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kandungan gizi mi adalah dengan memanfaatkan bahan pangan yang mengandung serat sebagai bahan baku pembuatan mi, seperti sagu dan kacang bogor.

2.4 Sagu dan Kacang Bogor Sebagai Bahan Baku Pembuatan Mi

2.4.1 Sagu dan Kandungan Gizi

Sagu (*Metroxylon sagu*) mengandung karbohidrat sebesar 85,2 g, protein sebesar 0,9 g, lemak sebesar 0,3 g, dan serat pangan sebesar 4,7 g dalam 100 g bahan (Kemenkes 2018). Kandungan zat gizi sagu per 100 g disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Kandungan zat gizi sagu per 100 g

Kandungan zat gizi	Satuan	Sagu
Energi	kkal	347
Protein	g	0,9
Lemak	g	0,3
Karbohidrat	g	85,2
Serat	g	4,7
Kalsium	mg	30
Fosfor	mg	30
Besi	mg	0,2
Natrium	mg	11

Sumber: Kemenkes (2018)



Gambar 1 Tepung sagu
Sumber: dokumentasi pribadi

Kandungan karbohidrat sagu lebih tinggi apabila dibandingkan dengan beras sehingga menunjukkan bahwa sagu memiliki potensi untuk mensubstitusikan beras sebagai bahan pangan sumber karbohidrat (Nurjandi *et al.* 2022). Karbohidrat dalam bentuk pati pada sagu tersusun dari amilosa dan amilopektin. Kandungan amilosa pada pati sagu (73%) lebih tinggi dibandingkan dengan amilopektin (23%) (Syartiwidya 2023). Amilopektin memiliki struktur rantai bercabang sehingga memiliki kemampuan mengikat air yang lebih kuat dibandingkan dengan amilosa (Sondari *et al.* 2021). Oleh karena itu, pati sagu cenderung bersifat lengket (Pudjihastuti *et al.* 2019).

2.4.2 Kacang Bogor dan Kandungan Gizi

Kacang bogor (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) mengandung karbohidrat sebesar 65 g, protein sebesar 16 g, lemak sebesar 6 g, dan serat pangan sebesar 26,3 g dalam 100 g bahan (Kemenkes 2018). Kandungan zat gizi kacang bogor per 100 g disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Kandungan zat gizi kacang bogor per 100 g

Kandungan zat gizi	Satuan	Kacang bogor
Energi	kcal	370
Protein	g	16,0
Lemak	g	6,0
Karbohidrat	g	65,0
Serat	g	26,3
Kalsium	mg	85
Fosfor	mg	264
Besi	mg	4,2
Natrium	mg	44

Sumber: Kemenkes (2018)



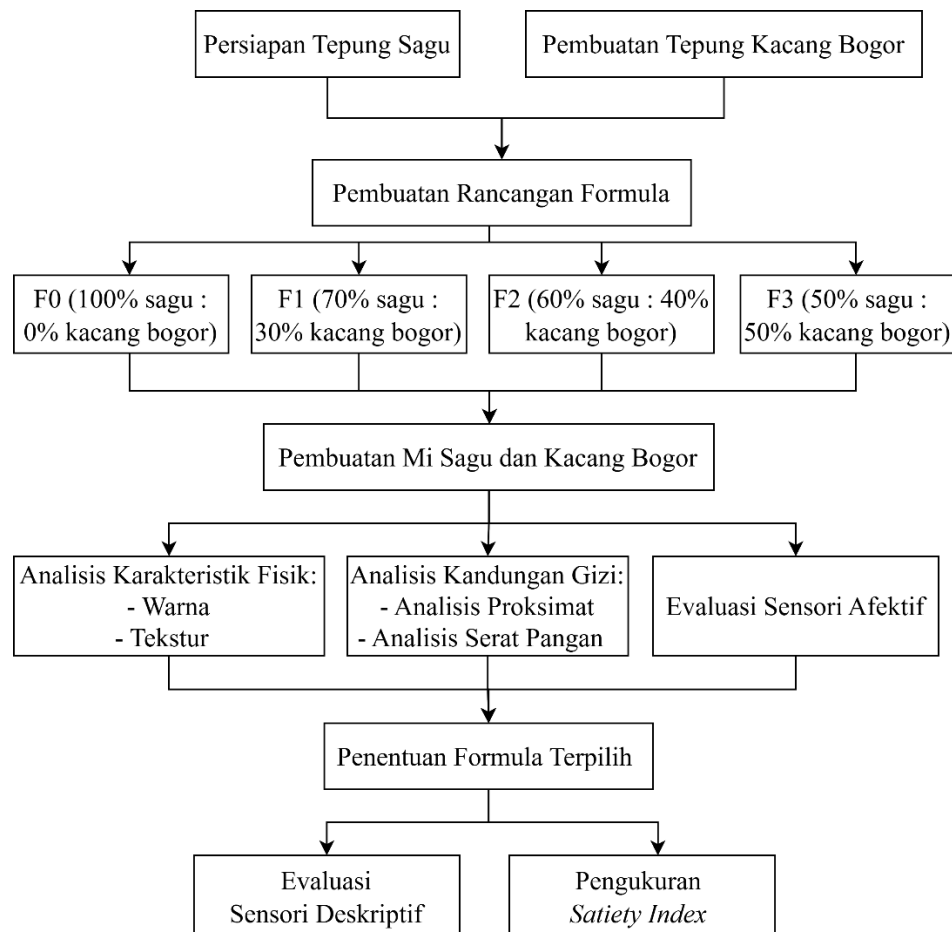
Gambar 2 Kacang bogor
Sumber: dokumentasi pribadi

Protein kacang bogor mengandung sembilan jenis asam amino esensial, namun metionin dan sistein ditemukan sebagai asam amino pembatas (Veldsman *et al.* 2023). Mutu protein pada kacang bogor tergolong baik yang ditandai dengan skor asam amino mencapai 91% (Maphosa *et al.* 2022). Kandungan protein dan serat pangan diketahui dapat memberikan efek terhadap rasa kenyang yang lebih lama sehingga menghasilkan nilai *satiety index* yang lebih tinggi (Gerstein *et al.* 2004). Penelitian Fardet (2016) menyatakan bahwa kacang memiliki nilai *satiety index* yang tinggi, yaitu mencapai 168%.

III METODE

3.1 Desain, Waktu dan Tempat Penelitian

Desain penelitian ini adalah eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Desain penelitian secara rinci disajikan pada Gambar 4. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2025 hingga Oktober 2025 di beberapa laboratorium yang berbeda-beda. Pembuatan tepung kacang bogor dilaksanakan di *SEAFAST Center* IPB. Pembuatan mi dilaksanakan di Laboratorium Percobaan Makanan, Departemen Gizi Masyarakat IPB. Pengujian karakteristik fisik dilaksanakan di Laboratorium Percobaan Makanan, Departemen Gizi Masyarakat IPB dan Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan BRIN Yogyakarta. Pengujian kandungan zat gizi dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Analisis Pangan, Departemen Gizi Masyarakat IPB. Pengujian sensori dilakukan di Laboratorium Organoleptik, Departemen Gizi Masyarakat IPB. Pengukuran *satiety index* dilakukan di *Teaching Cafe*, Departemen Gizi Masyarakat IPB.



Gambar 3 Diagram alir desain penelitian

3.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu 1) pembuatan tepung kacang bogor dan pembuatan mi berbahan sagu dan kacang bogor terdiri dari wadah untuk menimbang, baskom, mangkok, sendok, panci, kompor, *cabinet dryer*, *pin disc mill*, mesh, gelas ukur, timbangan makanan digital, *pin mixer*, *roll press*, oven listrik (Kirin KBO 190RA); 2) analisis karakteristik fisik terdiri dari *Chromameter* (AMT511) dan *Texture Analyzer* (TA.XT Plus); 3) analisis kandungan gizi terdiri dari oven konveksi (Eyela NDO-400), tanur (Nabertherm), *Soxhtec* (FOSS ST 243), *Kjeltech* (FOSS KT 200), *Digestor* (FOSS DT 208), *Fibertec* (FOSS TM 1023), *Waterbath* (FOSS WB 1024), *vacuum filter*, cawan aluminum, cawan porselen, uret, statif, desikator, timbangan analitik, *stopwatch*, kaca arloji, tabung digesti, botol timbang, botol serat, pipet tetes, pipet mohr, pipet mikro, *rubber bulb*, gelas diala, gelas ukur, corong *buchner*, labu saring, erlenmeyer, gegep, spatula/pengaduk kaca, *aluminium foil*, kertas saring (Whatman no. 41), kertas lakmus biru, thimbel, pH meter, kompor listrik, *hotplate*, *crucible*; 4) evaluasi sensori terdiri dari kuesioner, wadah sampel, alat tulis, dan alat makan; 5) pengukuran *satiety index* terdiri dari kuesioner, wadah sampel, *stopwatch*, alat tulis, dan alat makan.

3.3 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu 1) pembuatan tepung kacang bogor dan pembuatan mi berbahan sagu dan kacang bogor terdiri dari tepung sagu yang diperoleh dari Banggai, Sulawesi Tengah, kacang bogor yang diperoleh dari Bogor, garam, air; 3) pereaksi analisis protein terdiri dari asam sulfat (H_2SO_4) 98%, *selenium mix*, akuades, asam borat (H_3BO_3) 4%, asam klorida (HCl) 0,1 N, natrium hidroksida (NaOH) 40%, natrium karbonat (Na_2CO_3), amonium sulfat ($(NH_4)_2SO_4$) indikator BCG MM, indikator MM; 4) pereaksi analisis lemak terdiri dari akuades, asam klorida (HCl) 25%, heksana; 5) pereaksi analisis serat pangan terdiri dari asam klorida (HCl) 0,325 N, natrium hidroksida (NaOH) 0,275 N, buffer fosfat, celite, akuades, etanol 78%, etanol 95%, aseton, α -amilase, protease, dan amiloglukosidase; 6) pengukuran *satiety index* terdiri dari roti tawar, mi berbahan sagu dan kacang bogor dan mi sagu komersial.

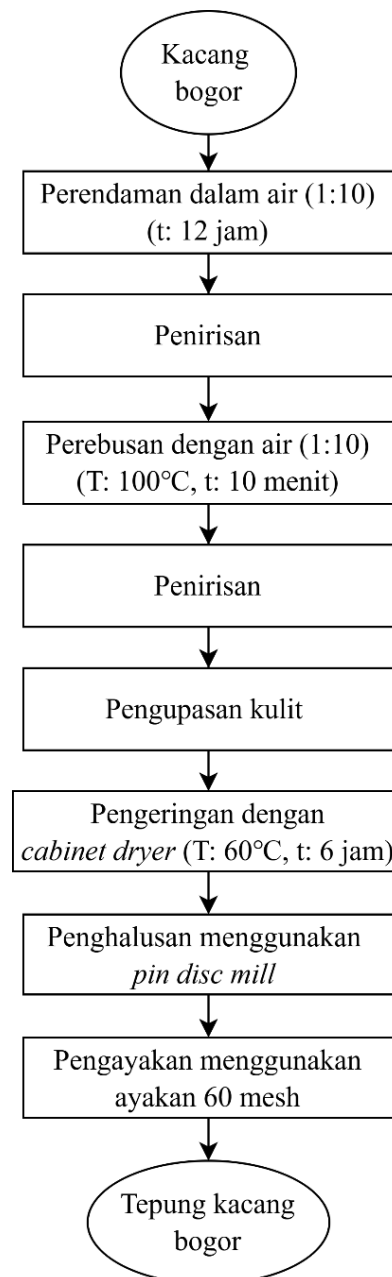
3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian mi berbahan sagu dan kacang bogor dilakukan melalui beberapa tahap, meliputi (1) pembuatan tepung kacang bogor, (2) pembuatan rancangan formula mi berbahan sagu dan kacang bogor, (3) pembuatan mi berbahan sagu dan kacang bogor, (4) analisis karakteristik fisik, (5) analisis kandungan zat gizi, (6) evaluasi sensori afektif, (7) penentuan formula terpilih, (8) evaluasi sensori deskriptif, (9) pengukuran *satiety index*.

3.4.1 Pembuatan Tepung Kacang Bogor

Pembuatan tepung kacang bogor didasarkan pada penelitian Ariyantoro *et al.* (2021) yang telah dimodifikasi pada suhu dan waktu perendaman serta pengeringan kacang bogor. Kacang bogor yang akan digunakan disortir terlebih dahulu dan dibersihkan dari tanah yang menempel. Kacang bogor yang telah bersih direndam dalam air selama 12 jam, kemudian ditiriskan. Setelah itu

dilakukan perebusan dalam air (1:10) pada suhu 90–100°C selama 10 menit, kemudian ditiriskan. Selanjutnya, kacang bogor dikupas bagian kulit luarnya kemudian dilakukan pengeringan menggunakan *cabinet dryer* dengan suhu 60°C selama 6 jam. Kacang yang telah kering dihaluskan menggunakan *pin disc mill*, setelah itu diayak dengan menggunakan ayakan 60 mesh hingga diperoleh tepung kacang bogor. Diagram alir pembuatan tepung kacang bogor dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4 Diagram alir pembuatan tepung kacang bogor
Sumber: Modifikasi dari Ariyantoro *et al.* (2021)

3.4.2 Pembuatan Rancangan Formula Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor

Pembuatan rancangan formula mi berbahan sagu dan kacang bogor didasarkan pada penelitian Agustia *et al.* (2016) yang telah dimodifikasi pada persentase bahan yang digunakan. Rasio perbandingan sagu dan kacang bogor dipilih dengan mempertimbangkan hasil penelitian pendahuluan. Adapun hasil percobaan formulasi mi berbahan sagu dan kacang bogor dengan beberapa variasi rasio beserta hasil pengamatannya yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Percobaan formulasi mi berbahan sagu dan kacang bogor dengan beberapa variasi rasio beserta hasil pengamatannya

Formula (%sagu : %kacang bogor)	Hasil pengamatan secara kualitatif
0:100	tidak kokoh dan mudah patah
40:60	tidak kokoh dan mudah patah
50:50	kenyal, elastis, tidak lengket, agak mudah patah
60:40	kenyal, elastis, tidak lengket, tidak mudah patah
70:30	kenyal, elastis, tidak lengket, tidak mudah patah
80:20	keras dan agak lengket

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, formula mi berbahan sagu dan kacang bogor dengan rasio (0:100), (40:60), (80:20) memiliki karakteristik tekstur yang keras, lengket, tidak kokoh, dan mudah patah, sedangkan (50:50), (60:40), dan (70:30) memiliki karakteristik tekstur yang lebih baik, yaitu kenyal, elastis, tidak lengket, dan tidak mudah patah. Selain itu, rasio perbandingan sagu dan kacang bogor dipilih dengan mempertimbangkan hasil perhitungan estimasi kandungan gizi yang telah disesuaikan dengan persyaratan standar mutu mi instan (SNI 2018) dan klaim produk pangan olahan tinggi serat (BPOM 2022). Adapun hasil perhitungan estimasi kandungan gizi mi berbahan sagu dan kacang bogor disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Estimasi kandungan gizi mi berbahan sagu dan kacang bogor (per 100 g)

Formula (sagu:kacang bogor)	Kandungan zat gizi							
	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)	Lemak Jenuh (g)	Kolesterol (mg)	Karbohidrat (g)	Serat (g)	Natrium (mg)
F0 (100:0)	347	0,9	0,3	0	0	85,2	4,2	300
F1 (70:30)	353,8	6,5	2	0	0	79,1	11,1	300
F2 (60:40)	356,1	8,3	2,6	0	0	77,1	13,2	300
F3 (50:50)	358,4	10,2	3,2	0	0	75,1	15,4	300

Sumber: Kemenkes (2018)

Berdasarkan Perka BPOM Nomor 1 Tahun 2022, suatu produk dapat diklaim sebagai pangan bebas, sumber, atau tinggi suatu zat gizi apabila memenuhi syarat klaim yakni memiliki kandungan lemak total sebesar ≤ 18 g, lemak jenuh ≤ 6 g, kolesterol ≤ 60 mg, dan natrium ≤ 300 mg per takaran sajinnya. Adapun besar minimum kandungan serat produk agar dapat diklaim sebagai pangan tinggi serat yakni sebesar ≥ 6 g/100 g berat produk. Formula mi berbahan sagu dan kacang bogor dengan rasio (50:50), (60:40), dan (70:30) mengandung lemak sebesar 2–3,2 g, lemak jenuh sebesar 0 g, kolesterol sebesar 0 g, natrium

sebesar 300 mg, dan serat sebesar 11,1–15,4g dalam 100 g produk sehingga menunjukkan potensi untuk diklaim sebagai produk pangan tinggi serat.

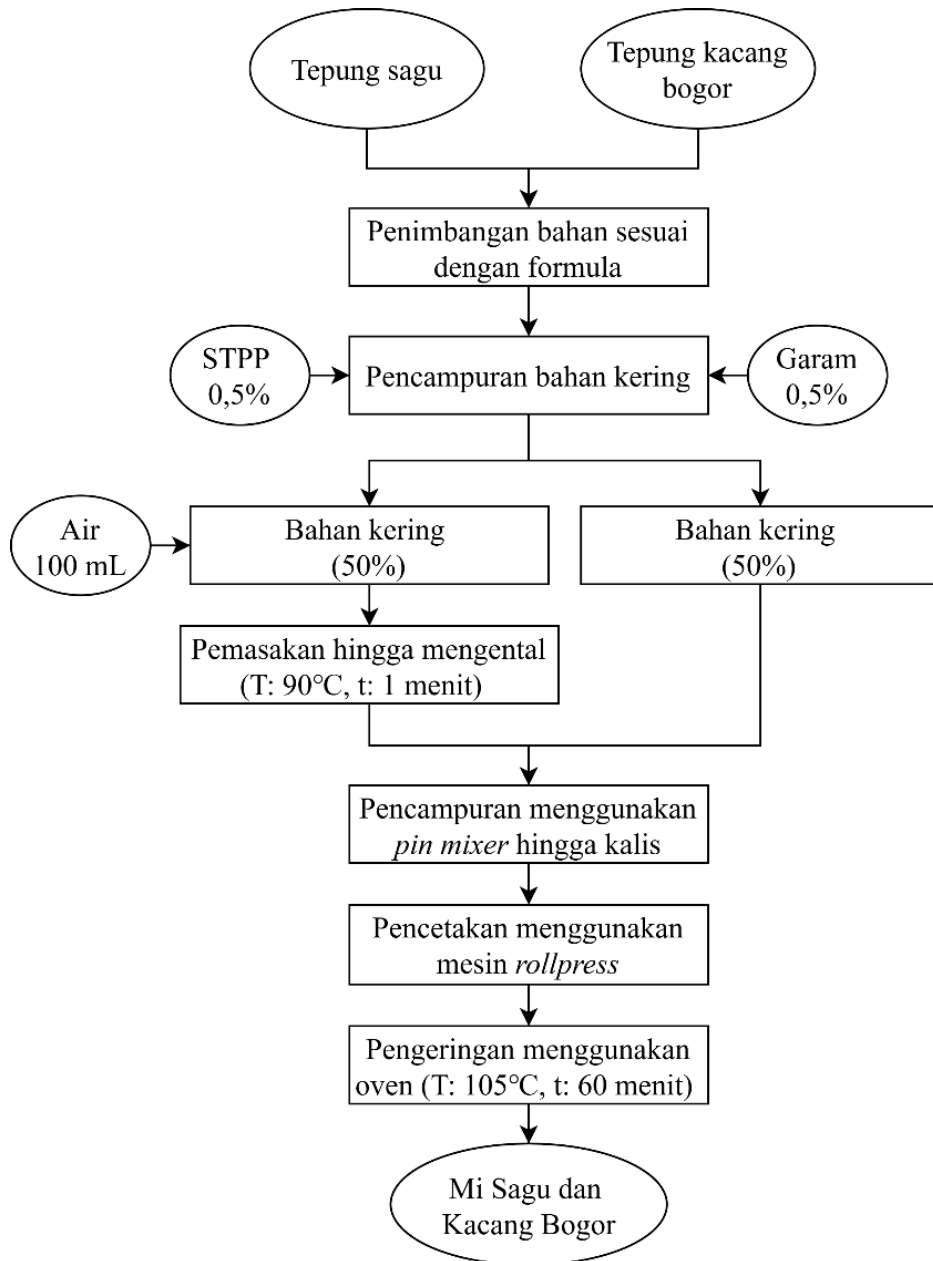
Berdasarkan SNI Tahun 2018, persyaratan standar minimum kandungan protein pada produk mi instan yakni sebesar 6%. Formula mi berbahan sagu dan kacang bogor dengan rasio (50:50), (60:40), dan (70:30) mengandung protein sebesar 6,5–10,2% sehingga telah memenuhi syarat standar mutu mi instan. Oleh karena itu, dipilih formula dengan beberapa variasi rasio perbandingan sagu dan kacang bogor sebagai berikut F0 (100:0) sebagai formula kontrol, F1 (70:30), F2 (60:40), dan F3 (50:50). Formula mi berbahan sagu dan kacang bogor disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Formula mi berbahan sagu dan kacang bogor

Bahan [g(%)]	Formula (%sagu : %kacang bogor)			
	F0 (100:0)	F1 (70:30)	F2 (60:40)	F3 (50:50)
Tepung sagu	100 (49,5)	70 (34,7)	60 (29,7)	50 (24,8)
Tepung kacang bogor	0 (0)	30 (14,9)	40 (19,8)	50 (24,8)
Garam	1 (0,5)	1 (0,5)	1 (0,5)	1 (0,5)
<i>Sodium tripolyphosphate</i>	1 (0,5)	1 (0,5)	1 (0,5)	1 (0,5)
Air	100 (49,5)	100 (49,5)	100 (49,5)	100 (49,5)
Total	202 (100)	202 (100)	202 (100)	202 (100)

3.4.3 Pembuatan Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor

Pembuatan mi berbahan sagu dan kacang bogor mengacu pada metode Engelen dan Nurhafnita (2019) yang telah dimodifikasi pada proses gelatinisasi pati sagu dan suhu pengeringan mi. Tepung sagu dan tepung kacang bogor ditimbang sesuai dengan formula yang ditunjukkan pada Tabel 6. Kemudian, tepung sagu dan tepung kacang bogor dicampurkan dengan bahan lain, meliputi *sodium tripolyphosphate* (0,5%), dan garam (0,5%). Setelah itu, dilakukan proses gelatinisasi dengan cara mencampurkan 50% bahan kering dengan 100 mL air, selanjutnya campuran dimasak pada suhu 90°C selama 1 menit hingga mengental menghasilkan gel pati sagu. Setelah itu, gel pati sagu dicampurkan dengan sisa bahan kering dengan *pin mixer* hingga terbentuk adonan yang kalis. Adonan dicetak menggunakan *roll press* hingga didapatkan mi dengan untaian dengan panjang ±15 cm. Untaian mi hasil pencetakan dikeringkan menggunakan oven (Kirin KBO 190RA) pada suhu 105°C selama 60 menit. Diagram alir pembuatan mi berbahan sagu dan kacang bogor disajikan pada Gambar 6.



Gambar 5 Diagram alir pembuatan mi berbahan sagu dan kacang bogor
Sumber: Modifikasi dari Engelen dan Nurhafnita (2019)

Selanjutnya, dilakukan analisis karakteristik fisik, kandungan gizi, karakteristik sensori, dan *satiety index* pada produk mi berbahan sagu dan kacang bogor. Proses preparasi sampel untuk analisis kandungan gizi meliputi tahap penghalusan menggunakan *food processor* dan pengayakan menggunakan ayakan 60 mesh hingga menjadi bubuk, sedangkan untuk analisis karakteristik fisik dan evaluasi sensori meliputi tahap perebusan pada suhu 90–100°C selama 5–8 menit.

3.4.4 Analisis Karakteristik Fisik

Analisis karakteristik fisik mi berbahan sagu dan kacang bogor meliputi uji warna dengan menggunakan *Chromameter* (AMT511) serta uji kekompakkan (*firmness*) dengan menggunakan *Texture Analyzer* (TA.XT Plus). Prosedur analisis karakteristik fisik secara lengkap disajikan pada Lampiran 1.

3.4.5 Analisis Kandungan Gizi

Analisis kandungan gizi mi berbahan sagu dan kacang bogor meliputi kadar air menggunakan metode gravimetri melalui proses pengeringan oven pada suhu 105°C (AOAC 2005:925.10), kadar abu menggunakan metode gravimetri melalui proses pengabuan zat-zat organik menjadi anorganik (AOAC 2005:923.03), kadar protein menggunakan metode Kjeldahl melalui proses destruksi dengan mengubah senyawa nitrogen menjadi amonium sulfat oleh H₂SO₄ pekat, proses destilasi dengan menguraikan amonium sulfat menjadi amonia oleh NaOH, dan proses titrasi dengan amonia diikat dengan asam borat kemudian dititar dengan larutan standar (AOAC 2005:955.04), kadar lemak menggunakan metode Soxhlet melalui proses ekstraksi lemak dengan pelarut non polar (AOAC 2005:920.39c), kadar karbohidrat menggunakan metode *by difference* (AOAC 2005), kadar energi menggunakan perhitungan faktor *Atwater* (AOAC 2005), dan kadar serat pangan yang berupa *insoluble dietary fiber* (IDF), *soluble dietary fiber* (SDF) dan *total dietary fiber* (TDF) menggunakan metode enzimatik gravimetri melalui proses hidrolisis komponen non serat (pati dan protein) dengan enzim (AOAC 985.29). Prosedur analisis kandungan gizi secara lengkap disajikan pada Lampiran 2.

3.4.6 Evaluasi Sensori Afektif

Uji afektif yang akan dilakukan pada penelitian ini berupa uji kesukaan (*hedonic rating test*). Parameter atribut sensori yang dinilai meliputi kenampakan, aroma, rasa, tekstur, *mouthfeel*, *aftertaste*, dan keseluruhan. Atribut sensori dinilai dengan menggunakan 9 skala hedonik dari 1 (amat sangat tidak suka) hingga 9 (amat sangat suka) berdasarkan tingkat kesukaan terhadap masing-masing atribut sensori yang dinilai. Formulir kuesioner evaluasi sensori hedonik secara rinci disajikan pada Lampiran 6. Uji afektif dilakukan oleh 30 orang panelis semi-terlatih. Panelis yang berpartisipasi dalam penelitian ini adalah panelis yang memenuhi kriteria, baik inklusi maupun eksklusi. Kriteria inklusi panelis pada evaluasi sensori, yaitu tertarik terhadap uji sensori dan mau berpartisipasi, konsisten dalam mengambil keputusan, berbadan sehat, bebas dari penyakit THT, tidak buta warna, tidak alergi terhadap makanan yang diuji, tidak dalam keadaan sesudah makan 1 jam sebelum uji organoleptik, tidak mengonsumsi makanan yang sangat pedas sebelum uji organoleptik, dan tidak menggunakan kosmetik seperti parfum berbau tajam (SNI 2346:2006).

3.4.7 Penentuan Formula Terpilih

Formula terpilih ditentukan dengan mempertimbangkan hasil analisis karakteristik fisik, analisis kandungan gizi dan evaluasi sensori afektif. Hasil masing-masing analisis yang telah diolah dan dianalisis secara statistik digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan formula terpilih.

Formula terpilih merupakan formula dengan karakteristik fisik, penerimaan sensori, dan kandungan gizi terbaik.

3.4.8 Evaluasi Sensori Deskriptif

Uji deskriptif yang akan dilakukan pada penelitian ini berupa uji *Quantitative Descriptive Analysis* (QDA). Parameter atribut sensori yang dinilai meliputi aroma, rasa *aftertaste* dan *mouthfeel*. Atribut sensori dinilai dengan menggunakan skala intensitas 0 (sangat lemah) hingga 10 (sangat kuat). Formulir kuesioner evaluasi sensori deskriptif secara rinci disajikan pada Lampiran 7. Uji deskriptif dilakukan oleh 11 orang panelis terlatih yang diseleksi dengan menggunakan tes penglihatan warna (*ishihara test*), uji pencocokan (*matching test*), uji segitiga (*triangle test*) dan uji ranking (*ranking test*). Prosedur evaluasi sensori deskriptif (QDA) dilakukan dalam dua tahap utama, yaitu *Focus Group Discussion* (FGD) untuk mengidentifikasi atribut sensorik, diikuti dengan penilaian intensitas setiap atribut (SNI 2346:2015). Prosedur evaluasi sensori deskriptif (QDA) secara lengkap disajikan pada Lampiran 4.

3.4.9 Pengukuran *Satiety Index*

Pengukuran *satiety index* pada penelitian ini telah mendapatkan surat lolos kaji etik dari Komisi Etik Penelitian yang Melibatkan Subyek Manusia Institut Pertanian Bogor dengan nomor 1633/IT3.KEPMSM-IPB/SK/2025. Prosedur uji *satiety index* terdiri dari 3 tahap, yaitu perekrutan subjek penelitian, persiapan pangan intervensi, dan pengukuran *satiety index*.

1. Perekrutan Subjek Penelitian

Perekrutan subjek dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Subjek yang terlibat dalam penelitian ini berjumlah 17 orang mahasiswa Institut Pertanian Bogor yang telah memenuhi kriteria, baik inklusi maupun eksklusi. Penentuan jumlah subjek mengacu pada Forde (2018) yang menyatakan bahwa setidaknya diperlukan 15–18 subjek untuk menilai perbedaan *satiety index* antar jenis pangan. Kriteria inklusi subjek pada pengukuran *satiety index*, yaitu berjenis kelamin laki-laki atau perempuan berusia 20–25 tahun, memiliki Indeks Massa Tubuh (IMT) normal (18,5–22,9 kg/m²), memiliki nilai GDP <100 mg/dL, aktivitas fisik ringan hingga sedang, mengikuti perilaku diet normal atau terbiasa makan tiga kali sehari secara teratur. Adapun kriteria eksklusi subjek penelitian ini yaitu sedang hamil atau menyusui (bagi subjek wanita), perokok aktif, mengonsumsi alkohol, memiliki alergi atau intoleransi terhadap pangan uji sedang melakukan diet khusus, sedang mengalami gangguan gastrointestinal/pencernaan, mengalami gangguan makan, sedang melakukan perawatan medis/mengonsumsi obat-obatan yang dapat memengaruhi asupan makan, sedang berpartisipasi dalam penelitian lain termasuk intervensi diet (Dalgaard *et al.* 2024; Perkeni 2021; Kemenkes 2019; Hull *et al.* 2015). Rincian karakteristik subjek per individu disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7 Karakteristik subjek per individu

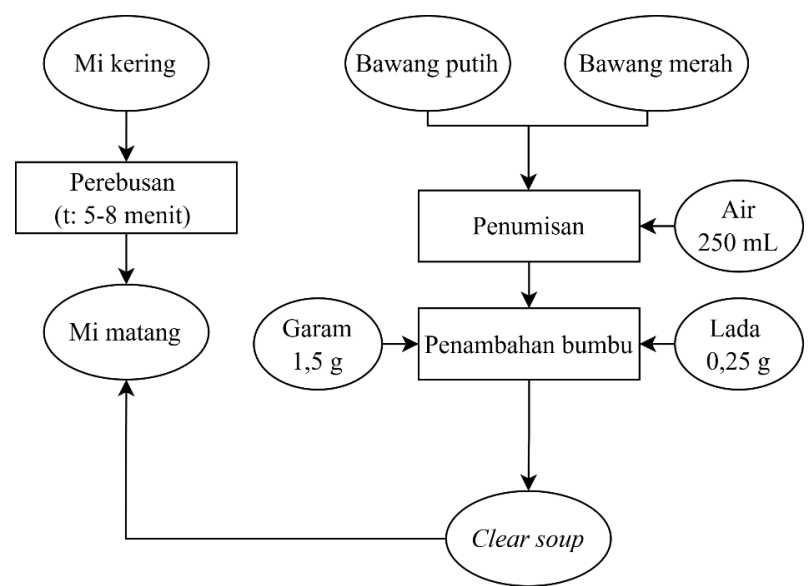
No	Jenis kelamin	Usia (tahun)	BB (kg)	TB (cm)	IMT (kg/m ²)	GDP (mg/dL)
01	Perempuan	25	48	150	21,3	85
02	Perempuan	22	52	156	21,4	89
03	Perempuan	24	46	145	21,9	79
04	Perempuan	23	55	155	23,3	88
05	Perempuan	24	49	160	19,1	90
06	Perempuan	23	48	159	19	91
07	Perempuan	21	58	164	21,6	96
08	Perempuan	20	49,5	153,8	20,9	88
09	Perempuan	24	54	153,4	22,9	94
10	Perempuan	19	54	155,7	22,3	94
11	Laki-laki	24	62	169	21,7	97
12	Laki-laki	24	59	168	20,9	99
13	Laki-laki	22	65	173	21,7	92
14	Laki-laki	21	64	170	22,1	79
15	Laki-laki	21	54	154	22,8	83
16	Laki-laki	25	73	180	22,5	86
17	Laki-laki	24	55	162	21	93
Rata-rata±SD		22,71±1,79	55,62±7,20	160,46±9,13	21,55±1,18	89,59±5,86
RSD		0,08	-	-	0,05	0,07
CV horwitz		1,25	-	-	1,26	1,02

Homogenitas data karakteristik subjek dianalisis menggunakan perhitungan *RSD* dan *CV horwitz*. Seluruh data karakteristik subjek (usia, indeks massa tubuh dan gula darah puasa) menunjukkan nilai *RSD* yang lebih rendah dibandingkan dengan *CV horwitz*. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik subjek bersifat homogen, sehingga hasil uji dapat menggambarkan kekenyangan pangan uji (Forde 2018).

2. Persiapan Pangan Intervensi

Pangan intervensi yang akan diberikan kepada subjek terdiri dari pangan standar dan pangan uji. Penilaian *satiety* memerlukan pangan standar yang dijadikan sebagai pembanding suatu pangan (Forde 2018). Pangan standar yang diberikan adalah roti putih. Sementara, pangan uji yang diberikan adalah F0 (100% sagu), F2 (60% sagu dan 40% kacang bogor) dan mi sagu komersial.

Proses persiapan pangan uji diawali dengan proses perebusan mi, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan *clear soup* beserta dengan bumbu. Mi direbus selama 5-8 menit hingga mencapai tingkat kematangan yang optimal. Selanjutnya, *clear soup* dibuat dengan cara 8 g bawang merah dan 12 g bawang putih ditumis dengan 5 mL minyak, kemudian ditambahkan dengan 250 mL air. Kemudian, *clear soup* ditambahkan dengan bumbu berupa 0,25 g lada dan 1,5 g garam. Pada tahap penyajian, satu porsi pangan uji disajikan dengan 250 mL *clear soup* dan disertai dengan 220 mL air mineral. Pemilihan penyajian bumbu dalam bentuk *clear soup* bertujuan untuk meminimalisasi pengaruh terhadap karakteristik sensori pada formula mi, sehingga tingkat kekenyangan dapat diidentifikasi secara akurat oleh subjek penelitian. Diagram alir proses persiapan pangan intervensi disajikan pada Gambar 7.



Gambar 6 Diagram alir proses persiapan pangan intervensi

Besaran jumlah pangan standar dan pangan uji yang diberikan kepada subjek disamakan berdasarkan kandungan energi yang ada di dalamnya, yakni 240 kkal. Makanan dengan kandungan energi 240 kkal membuat porsi pangan uji beragam dan berpengaruh terhadap tingkat kekenyangan (Holt *et al.* 1995). Berdasarkan hasil perhitungan, jumlah pangan uji yang harus dikonsumsi oleh subjek sebesar 55,9 g untuk F0, 55,1 g untuk F2 dan 43 g untuk mi sagu komersial. Adapun perhitungan jumlah pangan uji yang diberikan kepada subjek dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

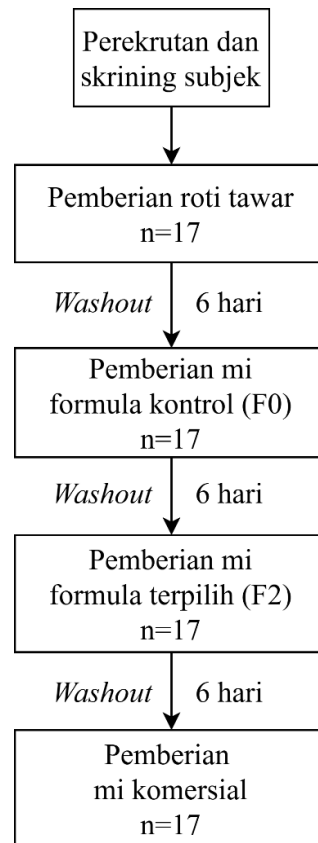
$$\text{Berat pangan uji} = \frac{\text{Kandungan energi standar (240 kkal)}}{\text{Kandungan energi pangan uji}} \times 100\%$$

3. Pengukuran *Satiety Index*

Pengukuran *satiety index* dilakukan menggunakan kuesioner VAS (*Visual Analogue Scale*) dengan skala garis 100 mm. Kuesioner VAS terdiri dari 4 indikator, yaitu rasa lapar (*hunger*), rasa kenyang (*fullness*), keinginan makan (*desire to eat*), dan kuantitas makan (*food intake*) (Forde 2018) yang secara rinci disajikan pada Lampiran 9. Pemberian intervensi dilakukan selama 5 minggu, yang terdiri dari 2 kali pemberian pangan standar dan 3 kali pemberian pangan uji dengan periode *washout* antara dua periode perlakuan selama 6 hari. Periode *washout* ini bertujuan agar kondisi fisiologis subjek dapat kembali ke kondisi semula (Nolan *et al.* 2016). Alur pengukuran *satiety index* secara skematis disajikan pada Gambar 8.

Subjek diharuskan berpuasa selama 10 jam di hari sebelum pengukuran *satiety* dengan tujuan untuk menyamakan kondisi fisiologis. Pangan standar dan pangan uji yang diberikan setara 240 kkal dan air mineral sebanyak 220 mL. Seluruh subjek diberikan waktu maksimum 15 menit untuk menghabiskan pangan uji serta air mineral. Pengukuran *satiety index* dilakukan pada 7 titik pengukuran, yaitu pada menit ke- 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180. Prosedur pengukuran *satiety index* secara lengkap disajikan pada Lampiran 5.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 7 Alur pengukuran *satiety index*
Sumber: Forde 2018

Standar untuk indikator rasa lapar pada menit ke-0 terletak pada skala 85–100 mm, menit ke-15 terletak pada skala 0–10 mm, menit ke-90 terletak pada skala 40–60 mm, menit ke-180 terletak pada skala >60 mm. Standar untuk indikator rasa kenyang pada menit ke-0 terletak pada skala 0–10 mm, menit ke-15 terletak pada skala 85–100 mm, menit ke-90 terletak pada skala 40–60 mm, menit ke-180 terletak pada skala <40 mm. Standar untuk indikator keinginan makan dan kuantitas makan pada menit ke-0 terletak pada skala 85–100 mm, menit ke-15 terletak pada skala 0–10 mm, menit ke-90 terletak pada skala 40–60 mm, menit ke-180 terletak pada skala >60 mm.

4. Perhitungan Nilai *Satiety Index*

Data *satiety index* yang telah diplotkan pada grafik, kemudian dilakukan perhitungan luas AUC (*Area Under Curve*). Luas kurva AUC dapat dihitung menggunakan aturan trapezoid dengan cara menghitung luas di bawah kurva dari grafik respons *satiety*. Skor *satiety* diperoleh dengan membandingkan luas kurva AUC pangan uji dengan pangan standar setiap subjeknya kemudian dihitung rata-rata skor *satiety* setiap subjek untuk mendapatkan nilai *satiety index* pangan (Holt *et al.* 1995). Adapun skor *satiety index* setiap subjek dapat dihitung dengan rumus perhitungan menurut Holt *et al.* (1995) sebagai berikut.

$$SI \text{ Subjek } (\%) = \frac{\text{Luas AUC pangan uji}}{\text{Luas AUC pangan standar}} \times 100\%$$

3.5 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor perlakuan pada penelitian ini terdiri dari faktor tunggal yaitu perbandingan persentase substitusi tepung sagu dan tepung kacang bogor, dengan empat taraf perlakuan yaitu F0 (100:0), F1 (70:30), F2 (60:40), F3 (50:50). Setiap perlakuan dilakukan dengan tiga kali pengulangan secara simple. Model matematis rancangan acak lengkap yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

- Y_{ij} = Nilai pengamatan respon pengaruh rasio tepung sagu dan tepung kacang bogor taraf ke-i pada ulangan ke-j
- μ = Nilai rata-rata pengamatan
- τ_i = Pengaruh perlakuan substitusi tepung kacang bogor pada taraf ke-i
- ϵ_{ij} = Galat penelitian pada perbandingan tepung sagu dan tepung kacang bogor karena perlakuan taraf ke-i dari substitusi tepung kacang bogor pada ulangan ke-j
- I = Taraf besar substitusi tepung kacang bogor (i = F1, F2, F3,)
- J = Jumlah ulangan j (j = 1, 2)

3.6 Pengolahan dan Analisis Data

Data hasil penelitian ini diolah menggunakan *Microsoft Excel 2016* dan *IBM SPSS Statistics* versi 26.0 for Windows. Data karakteristik fisik dan kandungan gizi dari ketiga ulangan akan ditampilkan secara deskriptif yaitu berupa mean dan standar deviasi. Data karakteristik fisik, kandungan gizi, sensori hedonik, dan *satiety index* dianalisis secara statistik menggunakan uji *One Way ANOVA* untuk mengetahui pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) antar perlakuan yang berbeda kemudian apabila terdapat pengaruh signifikan maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* untuk mengetahui perbedaan secara signifikan ($p < 0,05$) antar perlakuan. Data sensori deskriptif akan ditampilkan secara deskriptif berupa gambar (*spider web*), angka dan kata yang menggambarkan deskriptor dan nilai intensitas deskriptor aroma, rasa, *mouthfeel* dan *aftertaste*. Data sensori deskriptif dianalisis secara statistik menggunakan uji *Independent Sample T-Test* untuk mengetahui perbedaan secara signifikan ($p < 0,05$) antar perlakuan.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengembangan Produk Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor

Mi adalah produk pangan yang dibuat dari bahan baku utama tepung terigu dengan atau tanpa bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan (BSN 2015). Secara umum, bahan dasar dalam pembuatan mi adalah tepung terigu. Konsumsi karbohidrat terrefinasi di Indonesia masih didominasi oleh beras dan tepung terigu. Berdasarkan data statistik konsumsi pangan tahun 2022, konsumsi tepung terigu di Indonesia mencapai 2,75 kg/kapita/tahun (Kementan 2022). Ketergantungan terhadap tepung terigu menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah impor gandum di Indonesia yaitu mencapai 10,58 ribu ton pada tahun 2023 (BPS 2024). Oleh karena itu, perlu adanya pemanfaatan bahan pangan sumber karbohidrat pengganti beras dan tepung terigu. Pengembangan produk mi memanfaatkan bahan pangan lokal sebagai bahan baku utama dalam pembuatan mi, yaitu sagu. Penggunaan sagu sebagai bahan utama dikarenakan tingginya angka produksi sagu di Indonesia, namun tingkat konsumsinya masih tergolong rendah. Berdasarkan data statistik perkebunan Indonesia tahun 2020, produktivitas tanaman sagu di Indonesia mencapai 500 ribu ton/tahun (Kementan 2019). Namun, sagu memiliki kelemahan yaitu kandungan protein dan serat pangan yang rendah. Komposisi zat gizi sagu dalam 100 g bahan adalah 85,2 g karbohidrat, 0,9 g protein, 0,3 g lemak, dan 4,7 g serat. Oleh karena itu, perlu dikombinasikan dengan bahan pangan lain yang memiliki kandungan gizi yang lebih baik.

Sagu dikombinasikan dengan leguminosa yang mengandung tinggi protein dan serat pangan yaitu kacang bogor. Komposisi zat gizi kacang bogor dalam 100 g bahan adalah 65,0 g karbohidrat, 16,0 g protein, 6,0 g lemak, dan 26,3 g serat. Kandungan protein dan serat pangan yang tinggi dapat menjadikan kacang bogor sebagai sumber protein dan serat potensial bagi penderita obesitas. Selain bahan dasar, bahan tambahan lainnya digunakan dalam pembuatan mi pada penelitian ini seperti *sodium tripolyphosphate* dan garam. Penambahan *sodium tripolyphosphate* bertujuan untuk meningkatkan kekenyalan dan elastisitas mi (Lisma *et al.* 2024). Sementara, penambahan garam bertujuan untuk meningkatkan rasa, warna, dan tekstur mi (Yeoh *et al.* 2023).



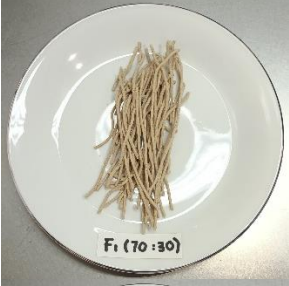



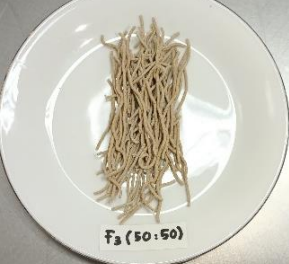

Penelitian terdahulu telah mengungkapkan berbagai pemanfaatan nilai fungsional dari kacang bogor khususnya sebagai salah satu sumber pangan bagi penderita obesitas. Penelitian Hariyanto *et al.* (2020) telah mengembangkan produk beras analog berbasis pati sagu dan tepung beras merah pada penderita overweight dan obesitas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsumsi beras analog sebanyak 1 kali per hari selama 4 minggu berturut-turut mampu menurunkan secara signifikan parameter antropometri seperti berat badan (-0,39 kg), IMT (-0,18 kg/m²) dan lemak viseral (-0,20%). Penambahan kacang bogor pada mi sagu merupakan pertimbangan dari hasil penelitian Ridwan *et al.* (2024) yang menunjukkan bahwa konsumsi roti berbasis ubi ungu dan kacang bogor dapat meningkatkan skor *satiety index* hingga mencapai 160,12%. Pengembangan produk mi berbahan sagu dan kacang bogor diharapkan menjadi salah satu alternatif makanan pokok tinggi serat yang dapat memperpanjang rasa kenyang dan mengurangi asupan kalori berlebih sehingga dapat mencegah resiko *overweight* dan obesitas.

4.1.1 Pembuatan Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor

Tahap pertama adalah pembuatan tepung kacang bogor. Proses pembuatan tepung kacang bogor diawali dengan pengupasan kulit kacang. Selanjutnya, dilakukan perendaman selama 12 jam dan perebusan pada suhu 90°C selama 10 menit. Teknik *blanching* atau perebusan dengan air pada suhu 80–100°C selama 10 menit bertujuan untuk menginaktivasi enzim lipoksigenase sehingga dapat menghilangkan aroma langu dari kacang (Olias *et al.* 2023). Tahap selanjutnya adalah pengeringan kacang menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 90°C dengan kecepatan 10 rpm. Kacang yang telah kering kemudian dilakukan penggilingan menggunakan *pin disc mill*. Tahap terakhir adalah penepungan, kacang diayak dengan menggunakan ayakan 60 mesh hingga diperoleh tepung kacang bogor.

Proses pembuatan mi mengacu pada penelitian Engelen dan Nurhafnita (2019) yang telah dimodifikasi menyesuaikan dengan mi berbahan sagu dan kacang bogor. Proses pembuatan mi mencakup lima tahap, yaitu penimbangan, gelatinisasi, pengadonan, pencetakan, dan pengeringan. Proses pembuatan mi diawali dengan penimbangan bahan. Penimbangan tepung sagu dan tepung kacang bogor sesuai dengan formula yang telah ditentukan, kemudian dilakukan pencampuran dengan bahan tambahan lain, meliputi *sodium tripolyphosphate* (0,5%), dan garam (0,5%). Tahap selanjutnya dilakukan proses gelatinisasi pati sagu dengan cara mencampurkan 50 g bahan kering ke dalam 100 mL air, kemudian dilakukan pemasakan pada suhu 90°C selama 2 menit hingga mengental menghasilkan gel pati sagu. Gelatinisasi pati sagu adalah proses pemecahan ikatan hidrogen antara molekul air dan pati akibat adanya pemanasan sehingga menyebabkan pati sagu memiliki daya serap air yang lebih tinggi (Tethool *et al.* 2025). Hal ini bertujuan untuk meningkatkan daya rekat antar komponen dan memperkuat struktur adonan sehingga menghasilkan tekstur mi yang lebih kokoh (Ma *et al.* 2022). Pati sagu yang telah tergelatinisasi dicampurkan dengan sisa bahan kering kemudian dilakukan pengadonan menggunakan *pin mixer* hingga terbentuk adonan yang kalis. Adonan mi kemudian dicetak menggunakan mesin *roll press* hingga didapatkan untaian mi dengan panjang ± 15 cm. Tahap terakhir adalah pengeringan, untaian mi hasil pencetakan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 60 menit. Mi selanjutnya dapat disajikan dengan metode *boiling* pada suhu 90–100°C selama 5–8 menit untuk mendapatkan tingkat kematangan yang merata dan meningkatkan karakteristik warna, aroma, rasa dan tekstur. Penampakan mi berbahan sagu dan kacang bogor disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8 Penampakan visual mi berbahan sagu dan kacang bogor

Formula (%sagu : %kacang bogor)	Penampakan mi kering	Penampakan mi setelah direbus
F0 (100:0)		
F1 (70:30)		
F2 (60:40)		
F3 (50:50)		

4.1.1 Proses Optimalisasi Pengembangan Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor

Pengembangan produk mi berbahan sagu dan kacang bogor diawali dengan beberapa tahapan penelitian pendahuluan. Penelitian pendahuluan yang dilakukan berupa tahap optimalisasi formula mi dengan beberapa kali percobaan untuk mendapatkan bahan baku, formula, dan prosedur yang tepat dan menghasilkan mi yang sesuai konsep serta memiliki kualitas yang optimal. Optimalisasi produk mi berbahan sagu dan kacang bogor pada Tabel 9.





Tabel 9 Optimalisasi pengembangan produk mi berbahan sagu dan kacang bogor

Percobaan ke-	Percobaan yang dilakukan	Hasil pengamatan	Solusi perbaikan produk
1	Kacang bogor tanpa proses <i>blanching</i>	Aroma langu sangat kuat	Memberikan perlakuan pendahuluan pada kacang bogor dengan teknik <i>blanching</i> pada suhu 90°C selama 10 menit
2	Perbandingan bahan dan air pada proses gelatinisasi adalah 1:3	Adonan terlalu cair sehingga sulit untuk dicetak dan menghasilkan tekstur mi yang lembek	Melakukan modifikasi terhadap perbandingan bahan dan air yaitu 1:1 dan 1:2 Perbandingan bahan dan air 1:2 menghasilkan tekstur mi yang paling sesuai
3	Pencampuran adonan mi dilakukan secara manual	Adonan tidak tercampur secara merata sehingga menghasilkan tekstur mi yang tidak kokoh	Melakukan pencampuran adonan mi dengan menggunakan mixer
4	Pembuatan tepung kacang bogor dengan ayakan tanpa mesh	Adonan tidak tercampur secara merata sehingga menghasilkan tekstur mi yang tidak kokoh	Melakukan proses pengayakan tepung kacang bogor menggunakan ayakan 60 mesh
5	Penambahan garam sebanyak 5 g	Rasa mi terlalu asin	Melakukan modifikasi terhadap jumlah penambahan garam yaitu 1 g dan 3 g. Penambahan garam sebanyak 1 g menghasilkan rasa mi yang paling sesuai
6	Pengeringan mi menggunakan oven dengan suhu 180°C selama 30 menit	Pemanasan mi cenderung tidak merata (terdapat bagian yang masih cenderung lembab namun terdapat bagian yang sudah gosong)	Melakukan modifikasi terhadap suhu dan waktu pengovenan. Pengovenan dilakukan per untaian mi dengan suhu 105°C selama 60 menit
7	Formula mi dengan beberapa perbandingan tepung sagu dan kacang bogor, yaitu (0:100), (40:60), (50:50), (60:40), (70:30), (80:20), (100:0)	Formula mi (80:20) memiliki tekstur yang keras dan lengket, sedangkan formula (0:100) dan (40:60) memiliki tekstur yang tidak kokoh dan mudah patah	Formula mi yang dipilih adalah (100:0), (50:50), (60:40), dan (70:30) karena dapat diterima dari segi karakteristik tekstur dan rasa

4.2 Karakteristik Fisik Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor

Karakteristik fisik yang diuji pada produk mi berbahan sagu dan kacang bogor terdiri dari uji tekstur dan warna. Karakteristik warna mi diukur dengan menggunakan instrumen *Chromameter* (AMT511). Instrumen ini memberikan hasil menggunakan sistem warna Lab Hunter (Lab). Hasil dari pengukuran terdiri atas tiga variabel nilai yakni notasi L^* , a^* , dan b^* . Sedangkan, tingkat kekompakkan (*firmness*) mi diukur menggunakan *Texture Analyzer* (TA.XT Plus). Karakteristik fisik pada ketiga perlakuan mi berbahan sagu dan kacang bogor disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10 Karakteristik fisik mi berbahan sagu dan kacang bogor

Karakteristik fisik	Formula (%sagu : %kacang bogor)			
	F0 (100:0)	F1 (70:30)	F2 (60:40)	F3 (50:50)
Warna				
L^*	80,82±0,68 ^a	77,27±0,50 ^b	76,17±0,70 ^c	74,85±0,43 ^d
a^*	10,04±0,39 ^a	6,31±0,15 ^b	6,00±0,33 ^{bc}	5,65±0,17 ^c
b^*	15,02±1,08 ^a	9,13±0,31 ^b	8,55±0,55 ^b	7,93±0,54 ^b
Intensitas warna (CIE)				
Tekstur				
<i>Firmness</i> (gf)	5406,64±123,45 ^a	3457,22±481,70 ^b	2907,34±123,61 ^b	2796,94±3,42 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan ada perbedaan secara signifikan ($p < 0,05$) berdasarkan uji *one-way* ANOVA dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test*. L: kecerahan, a: kemerahan, b: kekuningan, gf: *gram force*.

4.2.1 Tekstur

Hasil uji *one-way* ANOVA menunjukkan bahwa bahwa penambahan tepung kacang bogor berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap penurunan *firmness* mi sagu. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan *firmness* secara signifikan ($p < 0,05$) antara F0 dengan F1, F2 dan F3. Berdasarkan hasil analisis, formula mi sagu dengan penambahan kacang bogor memiliki *firmness* yang lebih rendah dibandingkan dengan formula mi sagu sebagai formula kontrol. Hasil ini sejalan dengan penelitian Imeneo *et al.* (2025) menyatakan bahwa penambahan tepung kacang ($\geq 30-40\%$) secara signifikan dapat menurunkan integritas tekstur mi. Penurunan nilai *firmness* disebabkan karena tepung kacang bogor tidak mengandung protein gluten. Protein gluten, yang terdiri dari gliadin dan glutenin, dapat membentuk ikatan disulfida sehingga menghasilkan struktur jaringan protein yang kuat yang berperan penting dalam pembentukan struktur adonan serta peningkatan elastisitas dan kekuatan mi (Niyomwong *et al.* 2025). Sementara, albumin dan globulin sebagai protein utama penyusun kacang-kacangan kekurangan gugus sulfur karena rendahnya kandungan asam amino yang mengandung sulfur sehingga memiliki kemampuan yang lebih rendah dalam pembentukan ikatan disulfida dibandingkan dengan protein gluten (Petitot *et al.* 2010). Hal ini menghasilkan struktur jaringan protein yang lemah sehingga tekstur mi yang dihasilkan menjadi tidak kokoh dan mudah patah. Selain itu, penurunan nilai *firmness* disebabkan karena kandungan protein dan serat yang lebih tinggi pada formula mi sagu dengan penambahan kacang bogor. Kandungan protein dan serat yang

tinggi dapat mengurangi kapasitas penyerapan air untuk pengembangan granula pati dan menghambat proses gelatinisasi pati. Terhambatnya proses gelatinisasi pati menghasilkan matriks gel yang lemah sehingga menghasilkan tekstur mi yang tidak kokoh dan mudah patah (Petitot *et al.* 2010).

4.2.2 Warna

Karakteristik warna pada mi berbahan sagu dan kacang bogor dapat dinilai berdasarkan parameter L, a, b. Nilai L menunjukkan intensitas kecerahan warna, nilai a menunjukkan parameter warna merah hingga hijau dan nilai b menunjukkan parameter warna kuning hingga biru (Moo-Huchin *et al.* 2025). Hasil uji *one-way* ANOVA menunjukkan bahwa penambahan tepung kacang bogor berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap penurunan nilai kecerahan (L), *redness* (a) dan *yellowness* (b) mi sagu. Hasil uji lanjut menyatakan bahwa terdapat perbedaan warna secara signifikan ($p < 0,05$) antara F0 dengan F1, F2 dan F3. Berdasarkan hasil analisis, formula mi sagu dengan penambahan kacang bogor memiliki nilai kecerahan (L), *redness* (a) dan *yellowness* (b) yang lebih rendah dibandingkan dengan formula mi sagu sebagai formula kontrol. Hasil ini sejalan dengan penelitian Yahya *et al.* (2022) yang menyebutkan bahwa penambahan tepung kacang secara signifikan dapat menurunkan nilai kecerahan mi. Penurunan nilai kecerahan disebabkan karena tepung kacang bogor mengandung senyawa antosianin yang tinggi, yaitu sebesar 0,145mg/g (Adedayo *et al.* 2021). Senyawa antosianin dapat membentuk pigmen warna hitam, merah dan coklat tua sehingga menghasilkan warna mi yang cenderung lebih gelap (Palamae *et al.* 2024).

4.3 Kandungan Zat Gizi Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor

Analisis kandungan zat gizi pada mi berbahan sagu dan kacang bogor terdiri dari kadar air, abu, protein, lemak, karbohidrat dan serat pangan. Kandungan zat gizi pada ketiga perlakuan mi berbahan sagu dan kacang bogor disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11 Kandungan zat gizi mi berbahan sagu dan kacang bogor per 100 g

Kandungan gizi	Formula (%sagu : %kacang bogor)			
	F0 (100:0)	F1 (70:30)	F2 (60:40)	F3 (50:50)
Energi (kkal)*	393±0,27 ^d	403±0,34 ^c	406±0,20 ^b	409±0,68 ^a
Protein (%bk)	2,10±0,12 ^d	6,46±0,02 ^c	8,56±0,03 ^b	10,56±0,21 ^a
Lemak (%bk)	0,01±0,00 ^d	2,87±0,04 ^c	3,63±0,09 ^b	4,45±0,11 ^a
Karbohidrat total (%bk)	96,01±0,18 ^a	87,85±0,09 ^b	84,70±0,17 ^c	81,79±0,28 ^d
Available carbohydrate (%bk)	91,65±0,32 ^a	78,48±0,06 ^b	73,58±0,12 ^c	69,71±0,06 ^d
Serat total (%bk)	4,46±0,20 ^d	9,43±0,07 ^c	11,05±0,29 ^b	12,24±0,11 ^a
Serat larut (%bk)	1,10±0,23 ^c	2,09±0,00 ^b	2,51±0,08 ^a	2,83±0,05 ^a
Serat tidak larut (%bk)	3,37±0,04 ^d	7,33±0,06 ^c	8,54±0,37 ^b	9,41±0,16 ^a
Air (%bb)	5,50±0,31 ^c	7,31±0,27 ^a	6,72±0,29 ^b	4,58±0,15 ^d
Abu (%bk)	1,87±0,07 ^c	2,82±0,81 ^b	3,12±0,66 ^a	3,20±0,18 ^a

Keterangan: Fn (x:y): Angka yang diikuti huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan ada perbedaan secara signifikan ($p < 0,05$) berdasarkan uji *one-way* ANOVA dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test*. bb: berat basah, bk: berat kering. *perhitungan faktor *Atwater*.

4.3.1 Kadar Air

Hasil uji *one-way* ANOVA menunjukkan bahwa penambahan tepung kacang bogor berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap penurunan kadar air mi sagu. Hasil uji lanjut menyatakan bahwa terdapat perbedaan kadar air secara signifikan ($p < 0,05$) antara F0 dengan F1, F2 dan F3. Kadar air mi berbahan sagu dan kacang bogor berkisar antara 4,58–7,31%. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa seluruh formula mi telah memenuhi standar SNI 8217:2015 yang mensyaratkan kadar air mi kering maksimum sebesar 13%. Berdasarkan hasil analisis, formula mi sagu dengan penambahan kacang bogor memiliki kadar air yang lebih rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Bao *et al.* (2025) yang menyebutkan bahwa penambahan tepung kacang (>30%) secara signifikan berpengaruh terhadap penurunan kadar air mi. Formula mi F1 memiliki kadar air yang paling tinggi, sedangkan F3 memiliki kadar air yang paling rendah. Kandungan protein dan serat yang lebih tinggi pada F3 menghasilkan kadar air yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan protein dan serat pada tepung kacang memiliki kapasitas penyerapan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan pati sagu (Petitot *et al.* 2010).

4.3.2 Kadar Abu

Hasil uji *one-way* ANOVA menunjukkan bahwa penambahan tepung kacang bogor berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap peningkatan kadar abu mi sagu. Hasil uji lanjut menyatakan bahwa terdapat perbedaan kadar abu secara signifikan ($p < 0,05$) antara F0 dengan F1, F2 dan F3. Namun, tidak terdapat perbedaan kadar abu secara signifikan ($p > 0,05$) antara F2 dengan F3. Kadar abu mi berbahan sagu dan kacang bogor berkisar antara 1,87–3,20%. Berdasarkan hasil analisis, formula mi sagu dengan penambahan kacang bogor memiliki kadar abu yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Ithembe *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa penambahan tepung kacang bogor secara signifikan berpengaruh terhadap peningkatan kadar abu. Formula mi F3 memiliki kadar abu yang paling tinggi, sedangkan F0 memiliki kadar abu yang paling rendah. Peningkatan kadar abu disebabkan karena kacang bogor mengandung mineral, seperti kalium, magnesium, fosfor, seng, dan zat besi dalam jumlah yang relatif tinggi (Ramatsetse *et al.* 2023).

4.3.3 Kadar Protein

Hasil uji *one-way* ANOVA menunjukkan bahwa penambahan tepung kacang bogor berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap peningkatan kadar protein mi sagu. Hasil uji lanjut menyatakan bahwa terdapat perbedaan kadar protein secara signifikan ($p < 0,05$) antara F0 dengan F1, F2 dan F3. Kadar protein mi berbahan sagu dan kacang bogor berkisar antara 2,10–10,56%. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa hanya formula F2 dan F3 yang telah memenuhi standar SNI 8217:2015 yang mensyaratkan kadar protein mi kering minimum sebesar 8%. Berdasarkan hasil analisis, formula mi sagu dengan penambahan kacang bogor memiliki kadar protein yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Makhuvha *et al.* (2024) yang menunjukkan bahwa penambahan tepung kacang bogor secara signifikan berpengaruh terhadap peningkatan kadar protein pada pasta. Formula mi F3 memiliki kadar protein yang paling tinggi,

sedangkan F0 memiliki kadar protein yang paling rendah. Penambahan tepung kacang bogor dapat meningkatkan kadar protein mi dikarenakan tepung kacang bogor mengandung protein yang tinggi, yaitu sebesar 18,5–20,73% (Adeleke *et al.* 2017).

4.3.4 Kadar Lemak

Hasil uji *one-way* ANOVA menunjukkan bahwa penambahan tepung kacang bogor berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap peningkatan kadar lemak mi sagu. Hasil uji lanjut menyatakan bahwa terdapat perbedaan kadar lemak secara signifikan ($p < 0,05$) antara F0 dengan F1, F2 dan F3. Kadar lemak mi berbahan sagu dan kacang bogor berkisar antara 0,01–4,45%. Berdasarkan hasil analisis, formula mi sagu dengan penambahan kacang bogor memiliki kadar lemak yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Makhuvha *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa penambahan tepung kacang bogor secara signifikan berpengaruh terhadap peningkatan kadar lemak pada pasta. Formula mi F3 memiliki kadar lemak yang paling tinggi, sedangkan F0 memiliki kadar lemak yang paling rendah. Penambahan tepung kacang bogor dapat meningkatkan kadar lemak mi dikarenakan tepung kacang bogor mengandung lemak yang tinggi, yaitu sebesar 6,01–8,73% (Adeleke *et al.* 2017).

4.3.5 Kadar Karbohidrat

Hasil uji *one-way* ANOVA menunjukkan bahwa penambahan tepung kacang bogor berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap penurunan kadar karbohidrat mi sagu. Hasil uji lanjut menyatakan bahwa terdapat perbedaan kadar karbohidrat secara signifikan ($p < 0,05$) antara F0 dengan F1, F2 dan F3. Kadar karbohidrat mi berbahan sagu dan kacang bogor berkisar antara 81,79–96,01%. Berdasarkan hasil analisis, formula mi sagu dengan penambahan kacang bogor memiliki kadar karbohidrat yang lebih rendah. Hasil ini sejalan dengan penelitian Charles *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa penambahan tepung kacang bogor secara signifikan berpengaruh terhadap penurunan kadar karbohidrat pada mi. Formula mi F0 memiliki kadar karbohidrat yang paling tinggi, sedangkan F3 memiliki kadar karbohidrat yang paling rendah. Peningkatan kandungan karbohidrat dipengaruhi oleh peningkatan kandungan gizi lain seperti air, abu, protein dan lemak (Sumartini dan Ratrinia 2022). Peningkatan rasio tepung sagu dapat meningkatkan kadar karbohidrat dikarenakan tepung sagu mengandung karbohidrat yang tinggi, yaitu sebesar 88% (Du *et al.* 2020).

4.3.6 Kadar Serat Pangan

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa penambahan tepung kacang bogor berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap peningkatan kadar serat total, serat larut dan serat tidak larut mi sagu. Hasil uji lanjut menyatakan bahwa terdapat perbedaan kadar serat total, serat larut dan serat tidak larut secara signifikan ($p < 0,05$) antara F0 dengan F1, F2 dan F3. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan tepung kacang bogor maka semakin tinggi kadar serat total, serat larut dan serat tidak larut yang terkandung pada formula mi. Hasil ini sejalan dengan penelitian Hussin *et al.* (2020) yang menyatakan

bahwa penambahan tepung kacang bogor sebanyak 20% secara signifikan berpengaruh terhadap peningkatan kadar serat pada mi. Selain itu, kandungan serat tidak larut (3,37–9,41%) lebih tinggi dibandingkan dengan serat larut (1,10–2,83%) pada mi berbahan sagu dan kacang bogor dikarenakan fraksi serat tidak larut yang terkandung pada kacang bogor lebih tinggi dibandingkan dengan fraksi serat larut (Tan *et al.* 2020). Berdasarkan Perka BPOM Nomor 1 Tahun 2022, suatu produk dapat diklaim sebagai pangan bebas, sumber, atau tinggi suatu zat gizi apabila memenuhi syarat klaim yakni memiliki kandungan lemak total sebesar ≤ 18 g, lemak jenuh ≤ 6 g, kolesterol ≤ 60 mg, dan natrium ≤ 300 mg per takaran sajinnya. Adapun besar minimum kandungan serat produk agar dapat diklaim sebagai pangan tinggi serat yakni sebesar ≥ 6 g/100 g berat produk. Berdasarkan hasil analisis serta perhitungan nutrisurvey, formula mi F1, F2, dan F3 mengandung lemak total sebesar 2,87–4,45 g, lemak jenuh sebesar 0 g, kolesterol sebesar 0 g, natrium sebesar 300 mg, dan serat sebesar 9,43–12,24 g dalam 100 g produk, sehingga menunjukkan potensi untuk diklaim sebagai produk pangan tinggi serat. Pangan yang mengandung tinggi serat dikaitkan dengan skor *satiety index* yang lebih tinggi karena dapat menghasilkan rasa kenyang yang lebih lama (Gerstein *et al.* 2004; Shishebor *et al.* 2020). Oleh karena itu, peningkatan rasa kenyang melalui asupan pangan tinggi serat dapat digunakan sebagai salah satu pendekatan strategis untuk mengurangi risiko asupan energi berlebih dan penambahan berat badan (Hervik dan Svihus 2019; Savastano *et al.* 2014).

4.4 Karakteristik Sensori Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor

Evaluasi sensori hedonik bertujuan mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap suatu produk dengan tidak membandingkan antar satu produk dengan yang lain. Atribut sensori yang dinilai meliputi warna, aroma, rasa, *aftertaste*, *mouthfeel* dan keseluruhan. Tingkat kesukaan mi berbahan sagu dan kacang bogor disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12 Tingkat kesukaan mi berbahan sagu dan kacang bogor

Atribut Sensori	Perlakuan (sagu: kacang bogor)		
	F1 (70:30)	F2 (60:40)	F3 (50:50)
Warna	5,94±1,67 ^a	6,05±1,39 ^a	5,24±1,54 ^a
Aroma	5,98±1,13 ^a	6,27±1,07 ^a	5,68±1,30 ^a
Rasa	5,63±1,72 ^{ab}	5,98±1,34 ^a	5,09±1,41 ^b
<i>Mouthfeel</i>	5,07±1,78 ^{ab}	5,63±1,43 ^a	4,47±1,41 ^b
<i>Aftertaste</i>	5,37±1,35 ^{ab}	5,81±1,10 ^a	4,96±1,32 ^b
Keseluruhan	5,85±1,39 ^{ab}	6,24±1,16 ^a	5,19±1,45 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan ada perbedaan secara signifikan ($p < 0,05$) berdasarkan uji *one-way* ANOVA dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test*. Skala hedonik: 0 (amat sangat tidak suka) hingga 9 (amat sangat suka).

Hasil uji sensori hedonik menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) pada tingkat kesukaan pada atribut rasa, *mouthfeel*, *aftertaste*, dan keseluruhan antar formula mi. Tingkat kesukaan rata-rata formula mi F2 pada

seluruh atribut diantara skala 6 (agak suka) hingga 7 (suka). Hal ini menunjukkan bahwa formula mi F2 merupakan formula yang paling dapat diterima oleh panelis.

Hasil analisis tingkat kesukaan selanjutnya diintegrasikan dengan uji *Qualitative Descriptive Analysis* (QDA) untuk mengetahui skala intensitas penerimaan untuk setiap atribut sensori yang terdapat pada mi berbahan sagu dan kacang bogor. Prosedur QDA dilaksanakan dalam dua tahap utama, yaitu diskusi kelompok terfokus (*Focus Group Discussion*) untuk identifikasi atribut sensori, kemudian diikuti oleh penilaian intensitas masing-masing atribut. Daftar deskriptor atribut sensori mi berbahan sagu dan kacang bogor disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13 Deskriptor atribut sensori mi berbahan sagu dan kacang bogor

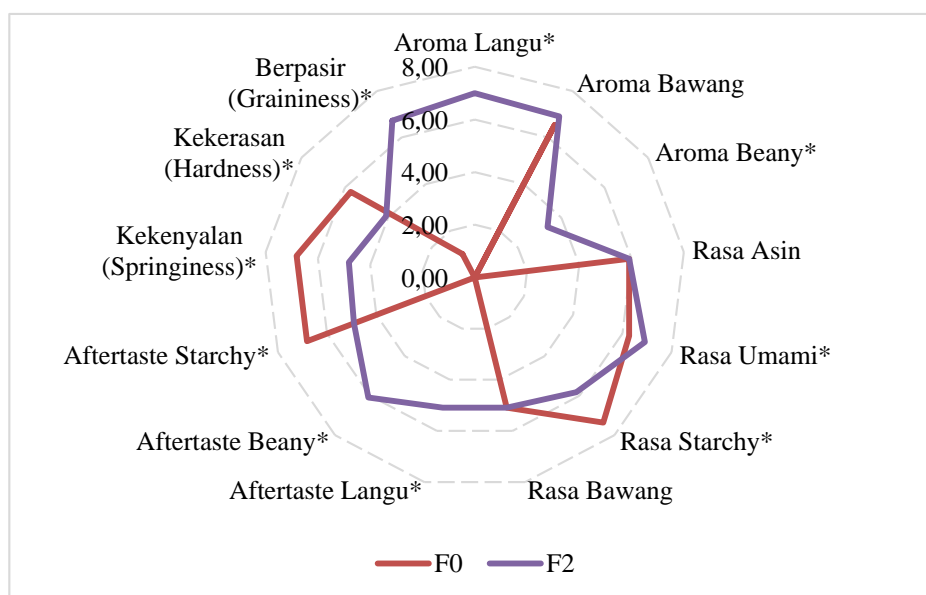
Atribut sensori	Deskripsi	Standar	Intensitas
Aroma			
Langu	Aroma khas kacang-kacangan yang mentah	Tepung kacang bogor	10
Bawang	Aroma seperti bawang yang digoreng	Minyak bawang	10 ^a
Beany	Aroma khas kacang-kacangan yang sudah direbus/matang	Kacang bogor rebus	10 ^b
Rasa			
Asin	Rasa asin garam yang terdeteksi di lidah	larutan NaCl 0.2%	2 ^c
Umami	Rasa gurih yang kompleks (seperti pada MSG, kaldu)	larutan NaCl 0.8%	8 ^c
		larutan MSG 0.18%	2 ^c
		larutan MSG 0.72%	8 ^c
Starchy	Rasa khas pati atau tepung	Tepung sagu	10 ^d
Bawang	Rasa seperti bawang yang digoreng	Minyak bawang	10 ^a
Aftertaste			
Langu	Rasa khas kacang-kacangan mentah yang masih tersisa di mulut 15 detik setelah di telan	Tepung kacang bogor	10
Beany	Rasa khas kacang-kacangan rebus yang masih tersisa di mulut 15 detik setelah di telan	Kacang bogor rebus	10 ^b
Starchy	Rasa khas pati atau tepung yang masih tersisa di mulut 15 detik setelah di telan	Tepung sagu	10 ^d

Tabel 13 Deskriptor atribut sensori mi berbahan sagu dan kacang bogor (*lanjutan*)

Atribut sensori	Deskripsi	Standar	Intensitas
Mouthfeel			
Kekenyalan (<i>Springness</i>)	Tingkat pengembalian/aksi balik sampel ke bentuk semula setelah digigit/dikunyah	Mi sagu komersial	10 ^e
Kekerasan (<i>Hardness</i>)	Kekuatan yang dibutuhkan untuk menggigit sampel secara menyeluruh dengan gigi geraham	Mi sagu komersial	10 ^f
Berpasir (<i>Graininess</i>)	Tekstur seperti berpasir	Tepung kacang bogor	10

Keterangan: ^aMielmann et al. (2015); ^bByarugaba et al. (2020); ^cBSN (2006); ^dVara-Ubol (2004); ^eMeilgaard (2007); ^fMpalanzi et al. (2023); ^gShogren et al. (2006).

Selanjutnya, panelis memberikan penilaian terhadap intensitas masing-masing atribut sensori berdasarkan persepsi individu, dengan menggunakan skala intensitas dari 0 (sangat lemah) hingga 10 (sangat kuat). Peringkat rata-rata atribut sensori mi berbahan sagu dan kacang bogor disajikan pada Tabel 13 dan divisualisasikan dalam bentuk diagram jaring laba-laba (*spiderweb chart*) guna mempermudah interpretasi profil sensori produk pada Gambar 8.



Gambar 8 Hasil uji QDA mi berbahan sagu dan kacang bogor. *terdapat perbedaan secara signifikan ($p < 0,05$) berdasarkan uji *Independent Sampel T-Test*.

4.4.1 Warna

Warna merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk pangan (Muchtart 2022). Sebagai

tampilan visual pertama yang dilihat, warna berfungsi sebagai penanda tampilan awal produk, sehingga dapat menentukan apakah produk tersebut disukai atau tidak oleh konsumen (Defri *et al.* 2021). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan secara signifikan ($p > 0,05$) pada tingkat kesukaan terhadap atribut warna mi. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa warna antara formula F1, F2, dan F3 tidak berbeda nyata satu sama lain. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase tepung kacang bogor yang digunakan, maka tingkat kesukaan panelis terhadap atribut warna mi semakin menurun. Tingkat kesukaan panelis tertinggi terdapat pada mi F2 dengan hasil rata-rata 6,05 (suka) sedangkan tingkat kesukaan panelis terendah terdapat pada mi F3 dengan hasil rata-rata 5,24 (agak suka). Hal ini sejalan dengan hasil pengukuran warna menggunakan *chromameter*, dimana formula mi dengan nilai L, a, b yang lebih tinggi memperoleh skor kesukaan yang lebih tinggi sehingga menunjukkan bahwa panelis secara signifikan lebih menyukai mi dengan warna yang lebih cerah. Tingginya intensitas warna gelap pada mi diduga berasal dari pigmen antosianin yang melimpah dalam kacang bogor, yaitu sebesar 0,145mg/g (Adedayo *et al.* 2021). Senyawa antosianin diketahui dapat membentuk pigmen warna hitam, merah dan coklat tua sehingga menghasilkan warna mi yang cenderung lebih gelap (Palamae *et al.* 2024).

4.4.2 Aroma

Aroma merupakan sebuah sensasi sensoris yang dialami oleh indra pembau yang dapat mempengaruhi hasil penerimaan konsumen terhadap suatu produk makanan (Helingo *et al.* 2021). Pembentukan aroma tersebut disebabkan oleh adanya berbagai senyawa yang mudah menguap dan beberapa reaksi sebagai akibat oleh aktivitas enzim maupun tanpa adanya aktivitas enzim (Muchtart 2022). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan secara signifikan ($p > 0,05$) pada tingkat kesukaan terhadap atribut aroma mi. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa aroma antara formula F1, F2, dan F3 tidak berbeda nyata satu sama lain. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase tepung kacang bogor yang digunakan, maka tingkat kesukaan panelis terhadap atribut aroma mi semakin menurun. Tingkat kesukaan panelis tertinggi terdapat pada mi F2 dengan hasil rata-rata 6,27 (suka) sedangkan tingkat kesukaan panelis terendah terdapat pada mi F3 dengan hasil rata-rata 5,68 (agak suka). Hal ini sejalan dengan hasil uji intensitas, dimana formula mi dengan aroma bawang (6,91) dan aroma langu yang lebih kuat (7,00) memperoleh skor kesukaan yang lebih tinggi sehingga menunjukkan bahwa panelis secara signifikan lebih menyukai mi dengan aroma bawang dan langu yang lebih kuat. Timbulnya aroma langu disebabkan karena inaktivasi enzim lipoksigenase yang kurang sempurna selama proses blanching. Lipoksigenase merupakan enzim yang secara alami terdapat dalam kacang bogor, enzim ini mengkatalisis oksidasi asam lemak tak jenuh ganda menjadi senyawa volatil aldehida yang menghasilkan aroma langu (Kudre dan Benjakul 2013). Meskipun blansing dapat menonaktifkan enzim lipoksigenase (Chong *et al.* 2019), penurunan aktivitas enzim bergantung pada suhu dan waktu (Estiasih *et al.* 2025). Menurut Nguyen *et al.* (2025), aktivitas enzim lipoksigenase tetap berada pada 32-63% setelah blansing pada suhu 80-90°C selama 25 menit. Akibatnya, suhu dan waktu blansing yang kurang optimal pada saat proses pembuatan tepung kacang

bogor menyebabkan inaktivasi enzim lipoksigenase menjadi tidak sempurna dan menghasilkan aroma langu yang kuat.

4.4.3 Rasa

Rasa merupakan salah satu atribut yang berperan penting dalam menentukan tingkat penerimaan produk oleh konsumen (Triyastuti *et al.* 2023). Cita rasa terbentuk dari kombinasi antara indra pengecap dan penciuman. Penilaian terhadap rasa dilakukan menggunakan indra pengecap, yaitu lidah, yang berfungsi mengenali dan menilai rasa melalui proses mencicipi suatu produk (Nafsiyah *et al.* 2022). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan ($p < 0,05$) pada tingkat kesukaan terhadap atribut rasa mi. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa rasa antara formula F2 dan F3 berbeda nyata satu sama lain, namun tidak berbeda nyata dengan F1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase tepung kacang bogor yang digunakan, maka tingkat kesukaan panelis terhadap atribut rasa mi semakin menurun. Tingkat kesukaan panelis tertinggi terdapat pada mi F2 dengan hasil rata-rata 5,98 (agak suka) sedangkan tingkat kesukaan panelis terendah terdapat pada mi F3 dengan hasil rata-rata 5,09 (agak suka). Hal ini sejalan dengan hasil uji intensitas, dimana formula mi dengan rasa asin (5,91), rasa umami (6,91), rasa bawang (5,09) dan rasa *starchy* (5,82) yang lebih kuat memperoleh skor kesukaan yang lebih tinggi sehingga menunjukkan bahwa panelis secara signifikan lebih menyukai mi dengan rasa asin, umami, bawang, dan *starchy* yang lebih kuat. Rasa asin timbul karena adanya penambahan garam yang mengandung kation Na^+ dengan anion Cl^- sehingga menghasilkan persepsi rasa asin (Feltrin *et al.* 2014). Tepung kacang bogor mengandung asam glutamat yang tinggi (18,31g/100g) yang dapat berkontribusi dalam menghasilkan rasa umami (Jahanshiri *et al.* 2022; Aremu *et al.* 2025). Selain itu, tepung sagu mengandung pati yang tinggi sebesar 87% yang dapat berkontribusi dalam menghasilkan rasa *starchy* atau berpati (Du *et al.* 2020).

4.4.4 Aftertaste

Aftertaste adalah rasa atau kesan yang tertinggal di dalam mulut setelah mengonsumsi produk (Depiyana *et al.* 2024). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan ($p < 0,05$) pada tingkat kesukaan terhadap atribut *aftertaste* mi. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa *aftertaste* antara formula F2 dan F3 berbeda nyata satu sama lain, namun tidak berbeda nyata dengan F1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase tepung kacang bogor yang digunakan, maka tingkat kesukaan panelis terhadap atribut *aftertaste* mi semakin menurun. Tingkat kesukaan panelis tertinggi terdapat pada mi F2 dengan hasil rata-rata 5,81 (agak suka) sedangkan tingkat kesukaan panelis terendah terdapat pada mi F3 dengan hasil rata-rata 4,96 (netral). Hal ini sejalan dengan hasil uji intensitas, dimana formula mi dengan *afertaste* langu (5,09) dan *afertaste beany* (6,09) yang lebih kuat memperoleh skor kesukaan yang lebih tinggi sehingga menunjukkan bahwa panelis secara signifikan lebih menyukai mi dengan *afertaste* langu dan *beany* yang lebih kuat. Timbulnya *afertaste* langu disebabkan karena inaktivasi enzim lipoksigenase yang kurang sempurna selama proses blanching. Lipoksigenase merupakan enzim yang secara alami terdapat dalam kacang bogor, enzim ini

mengkatalisis oksidasi asam lemak tak jenuh ganda menjadi senyawa volatil aldehida yang menghasilkan *afertaste* langu (Kudre dan Benjakul 2013). Meskipun blansing dapat menonaktifkan enzim lipoksigenase (Chong *et al.* 2019), penurunan aktivitas enzim bergantung pada suhu dan waktu (Estiasih *et al.* 2025). Menurut Nguyen *et al.* (2025), aktivitas enzim lipoksigenase tetap berada pada 32-63% setelah blansing pada suhu 80-90°C selama 25 menit. Akibatnya, suhu dan waktu blansing yang kurang optimal pada saat proses pembuatan tepung kacang bogor menyebabkan inaktivasi enzim lipoksigenase menjadi tidak sempurna dan menghasilkan *afertaste* langu yang kuat.

4.4.5 Mouthfeel

Mouthfeel merupakan suatu kesan kinestetik yang dirasakan saat mengunyah makanan di dalam mulut (Setyaningsih *et al.* 2010). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan ($p < 0,05$) pada tingkat kesukaan terhadap atribut *mouthfeel* mi. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa *mouthfeel* antara formula F2 dan F3 berbeda nyata satu sama lain, namun tidak berbeda nyata dengan F1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase tepung kacang bogor yang digunakan, maka tingkat kesukaan panelis terhadap atribut *mouthfeel* mi semakin menurun. Tingkat kesukaan panelis tertinggi terdapat pada mi F2 dengan hasil rata-rata 5,63 (agak suka) sedangkan tingkat kesukaan panelis terendah terdapat pada mi F3 dengan hasil rata-rata 4,47 (netral). Hal ini sejalan dengan hasil uji intensitas, dimana formula mi dengan *mouthfeel* berpasir (*graininess*) yang lebih kuat (6,73) memperoleh skor kesukaan yang lebih tinggi sehingga menunjukkan bahwa panelis secara signifikan lebih menyukai mi dengan *mouthfeel* berpasir (*graininess*) yang lebih kuat. Rasa berpasir di mulut diduga dihasilkan dari kandungan serat tidak larut $>2\%$ yang terkandung pada formula mi (Chakraborty *et al.* 2019; Aussanasuwannakul *et al.* 2022). Selain itu, pengayakan tepung yang kurang halus juga dapat menghasilkan tekstur berpasir (Iju *et al.* 2025). Selain itu, hasil ini juga sejalan dengan hasil pengukuran tekstur menggunakan *Texture Analyzer*, dimana formula mi dengan nilai *firmness* yang lebih tinggi memperoleh skor kesukaan yang lebih tinggi sehingga menunjukkan bahwa panelis secara signifikan lebih menyukai tekstur mi yang kompak dan tidak mudah patah.

4.4.6 Keseluruhan

Penilaian keseluruhan pada mi berbahan sagu dan kacang bogor mempertimbangkan seluruh atribut yang dianalisis pada uji hedonik. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan ($p < 0,05$) pada tingkat kesukaan terhadap atribut penerimaan keseluruhan mi. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa penerimaan keseluruhan antara formula F2 dan F3 berbeda nyata satu sama lain, namun tidak berbeda nyata dengan F1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase tepung kacang bogor yang digunakan, maka tingkat kesukaan panelis terhadap atribut penerimaan keseluruhan mi semakin menurun. Tingkat kesukaan panelis tertinggi terdapat pada mi F2 dengan hasil rata-rata 6,24 (suka) sedangkan tingkat kesukaan panelis terendah terdapat pada mi F3 dengan hasil rata-rata 5,19 (agak suka). Suatu produk pangan dikatakan dapat diterima oleh panelis

apabila produk diterima oleh lebih dari 50% panelis (Setyaningsih *et al.* 2010). Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa mi dengan tingkat penerimaan tertinggi adalah F2 (87%), kemudian diikuti F1 (77%) dan F3 (50%). Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa F2 merupakan formula mi yang paling dapat diterima oleh panelis.

4.5 Penentuan Formula Terpilih Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor

Formula terpilih mi berbahan sagu dan kacang bogor ditentukan berdasarkan kandungan zat gizi dan daya terima terbaik pada produk. Berdasarkan kandungan zat gizi, penentuan formula terpilih mempertimbangkan kandungan protein dan serat pangan pada produk. Kadar protein dan serat pangan menjadi pertimbangan dikarenakan dapat meningkatkan rasa kenyang dan membantu pengendalian berat badan pada penderita obesitas. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perbandingan tepung sagu dan tepung kacang bogor berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kandungan protein dan serat pangan mi berbahan sagu dan kacang bogor. Hasil uji kandungan zat gizi menunjukkan bahwa formula F3 memiliki kandungan protein dan serat pangan tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lain.

Namun, hasil uji sensori hedonik terhadap keseluruhan atribut (warna, aroma, rasa, *aftertaste*, *mouthfeel* dan keseluruhan) menunjukkan bahwa formula F2 mendapat rerata skor penerimaan yang paling tinggi pada seluruh atribut dibandingkan dengan perlakuan lain. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perbandingan tepung sagu dan tepung kacang bogor berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap penerimaan keseluruhan mi berbahan sagu dan kacang bogor. Meskipun kandungan protein dan serat pangan pada formula F2 bukan yang paling tinggi, namun masih memenuhi syarat mutu mi instan berdasarkan SNI 3551:2018. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka F2 (60% tepung sagu dan 40% tepung kacang bogor) dipilih sebagai formula terbaik pada produk mi berbahan sagu dan kacang bogor. Hal ini dikarenakan formula F2 memiliki kandungan gizi yang tinggi dan memiliki tingkat penerimaan yang masih dapat diterima dan disukai oleh panelis.

4.6 *Satiety Index* Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor

4.6.1 *Satiety Index* Pangan Uji

Satiety index adalah sebuah ukuran yang mengevaluasi tingkat rasa kenyang yang dihasilkan oleh pangan uji terhadap pangan standar dan dinyatakan dalam bentuk persentase. Pengukuran *satiety index* pangan uji dilakukan dengan cara membandingkan skor *satiety* pada indeks rasa kenyang dari masing-masing pangan uji dengan pangan standar menggunakan kuisisioner VAS (*Visual Analogue Scale*) (Forde 2018). Pangan standar yang diberikan kepada subjek berupa roti putih, sedangkan pangan uji berupa formula mi kontrol (F0), formula mi terpilih (F2), dan mi sagu komersial. Kandungan gizi dan *satiety index* pada tiap pangan uji disajikan dalam Tabel 14.

Tabel 14 Kandungan gizi per 240 kkal dan *satiety index* pangan uji

Pangan uji	Roti putih ¹	F0 (100:0)	F2 (60:40)	Komersial*
Kandungan gizi				
Protein (g)	9,90±0,04 ^a	1,11±0,06 ^c	4,39±0,01 ^b	0,99±0,00 ^d
Lemak (g)	4,70±0,02 ^b	0,00±0,00 ^d	1,86±0,05 ^c	10,46±0,05 ^a
Karbohidrat total (g)	48,38±3,62 ^a	47,97±0,22 ^b	40,53±0,20 ^c	28,93±0,09 ^d
Available carbohydrate (g)	45,39±0,07 ^b	45,79±0,39 ^a	35,23±0,12 ^c	25,76±0,10 ^d
Serat total (g)	3,01±0,07 ^b	2,36±0,10 ^c	5,67±0,15 ^a	3,17±0,00 ^b
Serat larut (g)	0,74±0,01 ^b	0,57±0,12 ^b	1,29±0,04 ^a	-
Serat tak larut (g)	2,27±0,08 ^b	1,78±0,02 ^c	4,38±0,19 ^a	-
Air (g)	35,37±0,37 ^a	3,08±0,18 ^c	3,69±0,17 ^b	2,32±0,03 ^d
Berat per 240 kkal (g)	100	55,9	55,1	43
Skor <i>satiety</i> (mm.jam)				
Rasa lapar	44,58±6,92 ^a	38,62±7,86 ^b	36,41±8,86 ^b	48,21±9,58 ^a
Rasa kenyang	54,78±7,08 ^b	61,57±8,17 ^a	65,81±8,15 ^a	52,88±10,61 ^b
Keinginan makan	45,90±5,91 ^a	38,48±8,68 ^b	36,92±8,03 ^b	48,52±10,93 ^a
Kuantitas makan	45,46±7,37 ^a	37,89±8,92 ^b	37,34±11,00 ^b	48,06±11,69 ^a
<i>Satiety index</i> (%)		113,46±15,26 ^a	121,52±17,21 ^a	97,46±18,90 ^b

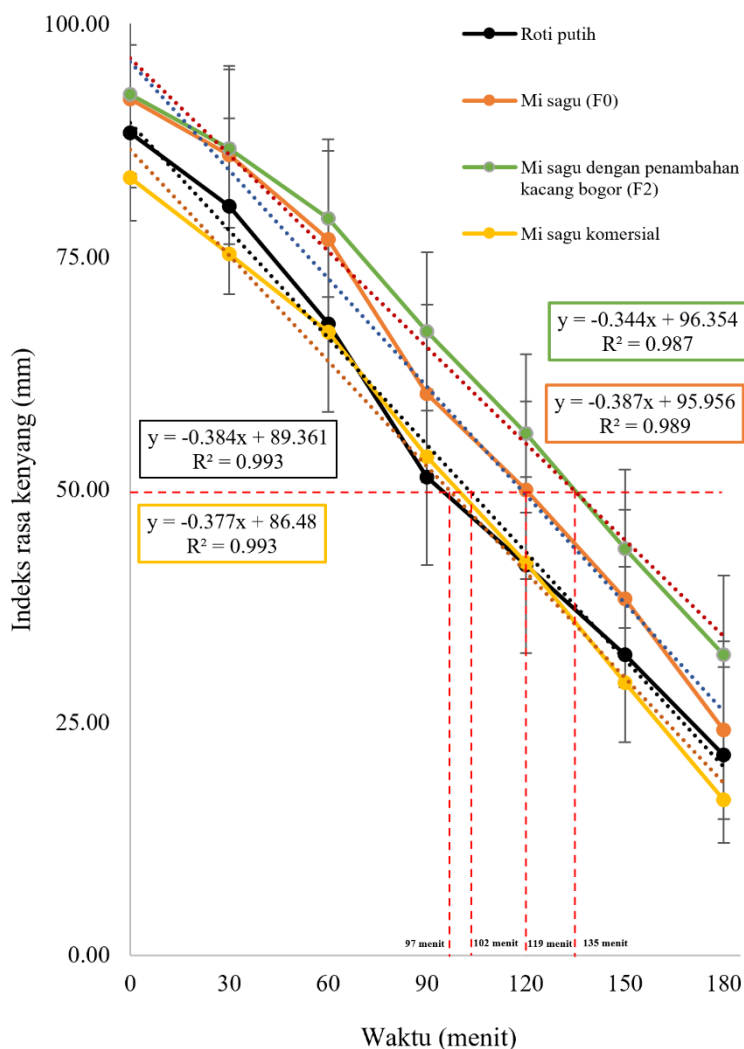
Keterangan: Angka yang diikuti huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan ada perbedaan secara signifikan ($p < 0,05$) berdasarkan uji *one-way* ANOVA dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test*. ¹Palupi *et al.* (2024). *mi sagu komersial.

Berdasarkan hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh penambahan kacang bogor secara signifikan ($p > 0,05$) terhadap *skor satiety* pada formula mi. Namun, hasil uji lanjut *Duncan* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan *skor satiety* secara signifikan ($p < 0,05$) antara roti putih dengan formula mi. Hasil analisis menunjukkan bahwa roti tawar sebagai pangan standar memiliki rata-rata rasa lapar, keinginan makan, dan kuantitas makan yang tertinggi serta rasa kenyang terendah, sedangkan formula mi sagu dengan penambahan kacang bogor memiliki rata-rata rasa lapar, keinginan makan, dan kuantitas makan yang terendah serta rasa kenyang tertinggi. Hal ini mungkin disebabkan karena subjek penelitian yang merupakan orang Indonesia memiliki anggapan bahwa belum merasa kenyang jika belum mengonsumsi makanan pokok (Rohayati *et al.* 2023). Kondisi ini tidak menutup kemungkinan memengaruhi persepsi subjek bahwa mereka masih merasa belum kenyang walaupun sudah mengonsumsi roti, namun sudah kenyang meskipun hanya mengonsumsi mi.

Berdasarkan Tabel 14, nilai *satiety index* formula mi kontrol sebesar 113,46%, formula mi terpilih sebesar 121,52%, dan mi sagu komersial sebesar 97,6%. Menurut Holt *et al.* (1995), *satiety index* dikelompokkan menjadi dua kategori, yakni rendah ($< 100\%$) dan tinggi ($> 100\%$) dibandingkan dengan roti putih sebagai pangan standar. Hasil analisis menunjukkan bahwa formula mi sagu dengan penambahan kacang bogor sebanyak 40% memiliki nilai *satiety index* yang tinggi, sedangkan mi sagu komersial memiliki nilai *satiety index* yang rendah. Selain itu, hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh penambahan kacang bogor secara signifikan ($p > 0,05$) terhadap *satiety index* pada formula mi. Sementara, hasil uji lanjut *Duncan* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan *satiety index* secara signifikan ($p > 0,05$) antara formula mi terpilih dengan formula mi kontrol, namun terdapat perbedaan *satiety index*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

secara signifikan ($p < 0,05$) antara formula mi terpilih dengan mi sagu komersial. Hasil analisis menunjukkan bahwa mi sagu dengan penambahan kacang bogor (121,52%) memiliki nilai *satiety index* yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan mi sagu (113,46%) dan mi sagu komersial (97,6%).



Gambar 9 Tingkatan VAS untuk indeks rasa kenyang pada menit ke- 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 setelah konsumsi pangan uji

Garis kurva tingkatan VAS indeks rasa kenyang pada mi sagu dengan atau tanpa penambahan kacang bogor melampaui kurva roti putih sebagai pangan standar dengan nilai *slope ratio* terkecil ($y = -0,344x + 96,354$) dibandingkan dengan pangan standar dan pangan uji lain. Hal ini mengindikasikan bahwa mi sagu dengan penambahan kacang bogor memiliki laju penurunan indeks rasa kenyang lebih lambat (landai) sehingga menunjukkan performa yang lebih baik dalam mempertahankan rasa kenyang dibandingkan dengan roti putih sebagai pangan standar. Berdasarkan persamaan regresi linear, mi sagu dengan penambahan kacang bogor dapat mencapai tingkat kekenyangan 50% pada durasi yang jauh lebih lama (135 menit) dibandingkan dengan mi sagu kontrol

(119 menit), roti putih (102 menit) dan mi sagu komersial (97 menit). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa mi sagu dengan penambahan kacang bogor dapat memperpanjang rasa kenyang hingga 16 menit lebih lama dibandingkan dengan mi sagu, bahkan hingga 33 menit lebih lama dibandingkan dengan roti putih dan 38 menit lebih lama dibandingkan dengan mi sagu komersial. Hasil ini sejalan dengan penelitian Ridwan *et al.* (2024) yang menunjukkan bahwa penambahan tepung kacang bogor pada formula roti ubi ungu secara signifikan dapat meningkatkan rasa kenyang lebih lama dibandingkan dengan roti putih.

Perbedaan nilai *satiety index* disebabkan karena adanya perbedaan kandungan zat gizi yang cukup signifikan antar pangan uji. Tingkat rasa kenyang dipengaruhi oleh kandungan protein, lemak, karbohidrat dan serat pada suatu pangan (Chambers *et al.* 2015). Protein dipecah menjadi peptida dan asam amino, kemudian keduanya berinteraksi dengan beberapa reseptor membran sel, termasuk transporter peptida (PepT1), reseptor yang terkait dengan protein G (GPR93, GPRC6A), saluran kalsium (Ca^{2+}), dan reseptor sensitif kalsium (CaSR). Interaksi ini dapat mengaktifkan beberapa jalur pensinyalan intraseluler (jalur ERK1/2 dan cAMP) yang dapat menginduksi sekresi hormon anoreksigenik pada sel enteroendokrin usus, seperti hormon *glucagon like peptide-1* (GLP-1) dan *cholecystokinin* (CCK) (Ignot-Gutiérrez *et al.* 2024). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini dimana kandungan protein yang secara signifikan lebih tinggi pada formula mi sagu dengan penambahan kacang (4,39 g) dibandingkan dengan mi sagu komersial (0,99 g) menghasilkan *satiety index* yang lebih tinggi serta dapat memperpanjang rasa kenyang hingga 38 menit lebih lama.

Sementara, karbohidrat memicu pelepasan glukosa di dalam lumen usus, kemudian glukosa masuk ke dalam sel bersama dengan dua ion natrium (Na^+) melalui transporter SGLT1 yang terletak pada sel enteroendokrin. Hal ini menyebabkan depolarisasi dan pembukaan saluran kalsium (Ca^{2+}) sehingga menyebabkan masuknya kalsium ke dalam sel. Peningkatan kalsium memicu sekresi hormon *glucagon like peptide-1* (GLP-1) yang berperan dalam meningkatkan rasa kenyang (Hjorne *et al.* 2022). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini dimana kandungan karbohidrat yang secara signifikan lebih tinggi pada formula mi sagu dengan penambahan kacang (47,97 g) dibandingkan dengan mi sagu komersial (28,93 g) menghasilkan *satiety index* yang lebih tinggi serta dapat memperpanjang rasa kenyang hingga 38 menit lebih lama.

Lemak dikonsumsi dalam bentuk trigliserida, kemudian trigliserida dipecah menjadi asam lemak bebas (FFA) dan 2-monoasil gliserol (2-MAG) di dalam lumen usus. Keduanya berinteraksi dengan reseptor yang terkait dengan protein G, termasuk GPR 120 (FFAR4), GPR40 (FFAR1), dan GPR 119 (GPR93, GPRC6A) melalui jalur pensinyalan intraseluler (jalur cAMP) sehingga menyebabkan peningkatan kadar kalsium (Ca^{2+}) di dalam sel dan mengaktifkan jalur protein kinase yang. Peningkatan kalsium dapat menginduksi sekresi hormon *glucagon like peptide-1* (GLP-1) dan *cholecystokinin* (CCK) yang berperan dalam meningkatkan rasa kenyang (Hjorne *et al.* 2022). Hal ini tidak sejalan dengan hasil penelitian ini dimana kandungan lemak yang secara signifikan lebih rendah pada formula mi sagu dengan penambahan kacang (1,86 g) dibandingkan dengan mi sagu komersial (10,46 g), namun menghasilkan

satiety index yang lebih tinggi serta dapat memperpanjang rasa kenyang hingga 38 menit lebih lama.

Selain itu, serat difermentasi oleh mikrobiota usus untuk menghasilkan *short chain fatty acid* (SCFA) seperti asetat, propionat, dan butirat. Asam lemak rantai pendek memengaruhi ekspresi reseptor yang terkait dengan protein G, seperti FFAR2 (GPR43) dan FFAR3 (GPR41) pada sel L. Interaksi tersebut dapat menstimulasi sekresi hormon *glucagon like peptide-1* (GLP-1) dan *peptide tyrosine-tyrosine* (PYY) (Barakat *et al.* 2024; Wu *et al.* 2023). Kedua hormon ini berperan dalam mengurangi laju pengosongan lambung, memperlambat waktu transit gastrointestinal serta meningkatkan rasa kenyang (Rakha 2022). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini dimana kandungan serat yang secara signifikan lebih tinggi pada formula mi sagu dengan penambahan kacang (5,67 g) dibandingkan dengan mi sagu komersial (3,17 g) menghasilkan *satiety index* yang lebih tinggi serta dapat memperpanjang rasa kenyang hingga 38 menit lebih lama.

4.7 Keunggulan dan Kekurangan Mi Berbahan Sagu dan Kacang Bogor

Keunggulan dari produk mi sagu dengan penambahan kacang bogor adalah mengandung tinggi serat. Kandungan serat pangan total pada mi berbahan sagu dan kacang bogor berkisar antara 9,43%–12,24%. Produk mi berbahan sagu dan kacang bogor dapat diklaim sebagai produk pangan tinggi serat pangan tinggi serat karena telah memenuhi standar syarat minimum produk pangan olahan tinggi serat, yaitu sebesar ≥ 6 g/100 g (BPOM 2022). Kandungan serat pangan yang tinggi pada mi berbahan sagu dan kacang bogor dapat mempertahankan tingkat kekenyangan pada durasi yang jauh lebih lama (135 menit) dibandingkan dengan mi sagu komersial (106 menit) dan menunjukkan *satiety index* yang secara signifikan lebih tinggi (121,52%) dibandingkan dengan mi sagu komersial (97,46%).

Namun, formula mi berbahan sagu dan kacang bogor memiliki beberapa kekurangan, antara lain memiliki aroma langu yang cenderung kuat dan tekstur mi yang tidak kokoh dan mudah patah. Aroma langu (*beany flavour*) yang cenderung kuat disebabkan karena adanya aktivitas enzim lipoksigenase yang secara alami terdapat dalam kacang bogor. Enzim lipoksigenase akan menghidrolisis asam lemak tak jenuh menjadi senyawa volatil yang akan menghasilkan aroma langu (Damayanti *et al.* 2020). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghilangkan aroma langu adalah dengan cara menambahkan bawang putih ke dalam adonan mi. Penambahan bawang putih secara efektif dapat menghambat aktivitas enzim lipoksigenase hingga mencapai 80-85% (Lee *et al.* 2025). Selain itu, mi sagu dengan substitusi kacang bogor memiliki *firmness* yang rendah sehingga tekstur mi menjadi tidak kokoh dan mudah patah. Penambahan putih telur sebanyak 10–30% secara signifikan dapat meningkatkan *firmness*, *chewiness*, dan *tensile strength* mi (Kerdsrilek dan Garnjanagoonchorn 2014). Hal ini dikarenakan kandungan protein albumin pada putih telur dapat berperan sebagai pengikat komponen adonan (*binding agents*) yang dapat membentuk struktur matriks protein yang lebih rapat dan stabil sehingga menghasilkan tekstur yang lebih kompak dan elastis (Guo 2022).

V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis statistik, terdapat pengaruh substitusi tepung kacang bogor secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap karakteristik fisik, kandungan gizi, dan karakteristik sensori pada formula mi. Semakin tinggi substitusi tepung kacang bogor maka karakteristik fisik (warna dan *firmness*) dan karakteristik sensori (rasa, *mouthfeel*, *aftertaste*, penerimaan keseluruhan) pada formula mi semakin menurun, sedangkan semakin tinggi substitusi tepung kacang bogor maka kandungan gizi (energi, protein, lemak, serat pangan) pada formula mi semakin meningkat. Namun, tidak terdapat pengaruh substitusi tepung kacang bogor secara signifikan ($p > 0,05$) terhadap *satiety index* pada formula mi. Formula mi terpilih, yaitu mi sagu dengan substitusi 40% tepung kacang bogor (F2) memiliki nilai *satiety index* yang tinggi serta dapat memperpanjang rasa kenyang dengan durasi yang lebih lama.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah memperbaiki karakteristik fisik mi dengan beberapa cara, seperti menggunakan pati sagu termodifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) atau menambahkan bahan pengikat (*binding agents*), seperti putih telur atau isolat protein kedelai untuk mendapatkan mi dengan tingkat kekompakan yang lebih baik. Peneliti selanjutnya juga dapat mengurangi aroma langu (*beany flavor*) melalui penggunaan bahan alami seperti menambahkan bawang putih ke dalam adonan mi. Selain itu peneliti selanjutnya dapat meningkatkan nilai *satiety index* mi dengan cara meningkatkan persentase substitusi tepung kacang bogor sehingga mi memiliki kandungan gizi yang lebih baik serta dapat memperpanjang rasa kenyang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adedayo BC, Anyasi TA, Taylor JCM, Rautenbauch F, Roes-Hill ML, Jideani VA. 2021. Phytochemical composition and antioxidant properties of methanolic extracts of whole and dehulled Bambara groundnut (*Vigna subterranea*) seeds. *Scientific Reports*. 11(14116):1–11. doi: 10.1038/s41598-021-93525-w.
- Adeleke OR, Adiamo OQ, Fawale OS, Olamiti G. 2017. Effect of soaking and boiling on anti-nutritional factors, oligosaccharide contents and protein digestibility of newly developed bambara groundnut cultivars. *TURJAF*. 5(9):1006–1014. doi:10.24925/turjaf.v5i9.1006-1014.949.
- Agustia FC, Subardjo YP, Sitasari A. 2016. Formulasi dan karakterisasi mi bebas gluten tinggi protein berbahan pati sago yang disubstitusi tepung kacang-kacangan. *JGP*. 11(3):183–190. doi: 10.25182/jgp.2016.11.3.183-190.
- Ahmed B, Sultana R, Greene MW. 2021. Adipose tissue and insulin resistance in obese. *Biomed Pharmacother*. 137(111315):1–13. doi: 10.1016/j.biopha.2021.111315.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agriculture Chemist. 18th Ed. Virginia (USA): AOAC International.
- Ariyantoro AR, Praseptiangga D, Anam C, Anandito RBK, Yulviatun A, Atmaka W, Fadzil M, Boonsupthip W. 2021. Physical, chemical, physicochemical, and sensory properties of analog rice based on purple sweet potato flour (*Ipomoea batatas L.*) and bambara groundnut flour (*Vigna subterranea L.*). *IOP C Ser Earth Env*. 828(1):1–6. doi:10.1088/1755-1315/828/1/012030.
- Aremu MO, Aremu SO, Aliyua I, Passalia DB, Hussainia M, Musad BZ, Salaue RB. 2025. Amino acids profile and health attributes of Bambara groundnut (*Vigna subteranea L.*) and sesame (*Sesamum indicum L.*): a comparative study. *African Scientific Reports*. 4(1):1–10. doi: 10.46481/asr.2025.4.1.233.
- Aussanasuwannakul A, Teangpook C, Treesuwan W, Puntaburt K, Butsuwan P. 2022. Effect of the addition of soybean residue (okara) on the physicochemical, tribological, instrumental, and sensory texture properties of extruded snacks. *Foods*. 11(2967):1–20. doi: 10.3390/foods11192967.
- Azkie MN, Wahjuningsih SB, Wibowo CH. 2021. The nutritional and functional properties of noodles prepared from sorghum, mung bean and sago flours. *Food Res*. 5(2):65–69. doi: 10.26656/fr.2017.5(S2).002.
- Bao Y, Mahmood N, Bao A, Qin W, Song X. 2025. Effects of adzuki bean addition on the rheological properties of mixed flour and the in vitro digestion of rice noodles. *Food Chemistry*. 28(102550):1–10. doi: 10.1016/j.fochx.2025.102550.
- Barakat GM, Ramadan W, Assi G, El Khoury NB. 2024. Satiety: a gut–brain–relationship. *J Physiol Sci*. 74(11):1–7. doi: 10.1186/s12576-024-00904-9.

Bayomy H, Alamri E. 2022. Technological and nutritional properties of instant noodles enriched with chickpea or lentil flour. *J King Saud Univ Sci.* 34(3):1–7. doi: 10.1016/j.jksus.2022.101833.

Blundell J, Graaf CD, Hulshof T, Jebb S, Livingstone B, Lluch A, Mela D, Salah S, Schuring E, Knaap VD, *et al.* 2010. Appetite control: methodological aspect of the evaluation of foods. *Obes Rev.* 11(3):251–270. doi: 10.1111/j.1467-789X.2010.00714.x.

[BPS]. Badan Pusat Statistik. 2024 Mar 21. Impor biji gandum dan meslin menurut negara asal utama tahun 2017-2023. Badan Pusat Statistik. [diakses 2025 Jul 23]. Tersedia dari: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAxNiMx/impor-biji-gandum-dan-meslin-menurut-negara-asal-utama--2017-2023.html>.

[BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2006. Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2346-2006 tentang Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

[BSN] 2015. Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2346-2015 tentang Pedoman Pengujian Sensori Pada Produk Perikanan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

[BSN] 2015. Standar Nasional Indonesia 8217-2015 tentang Mi Kering. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

[BSN] 2018. Standar Nasional Indonesia 3551-2018 tentang Mi Instan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

[BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. 2022. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan.

[BPOM] 2019. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 22 Tahun 2019 tentang Informasi Nilai Gizi Pada Label Pangan Olahan.

Byarugaba R, Nabubuya A, Muyonga J. 2020. Descriptive sensory analysis and consumer preferences of bean sauces. *Food Sci. Nutr.* 8(8):4252–4265. doi: 10.1002/fsn3.1721.

Camilleri M. 2015. Peripheral mechanisms in appetite regulation. *Gastroenterology.* 148(6):1219–1233. doi: 10.1053/j.gastro.2014.09.016.

Chait A, den Hartigh LJ. 2020. Adipose tissue distribution, inflammation and its metabolic consequences, including diabetes and cardiovascular disease. *Front Cardiovasc Med.* 7(22):1–44. doi: 10.3389/fcvm.2020.00022.

Chakrabortya P, Wittb T, Harrisc D, Ashtonc J, Stokesa JR, Smythd HE. 2019. Texture and mouthfeel perceptions of a model beverage system containing soluble and insoluble oat bran fibres. *Food Research International.* 120:62–72. doi: 10.1016/j.foodres.2019.01.070.

Chambers L, McCrickerd K, Yeomans MR. 2015. Optimising foods for satiety. *Trends Food Sci Tech.* 41(2):149–160. doi: 10.1016/j.tifs.2014.10.007.

- Charles C, Okpalauwaekwe C, Ogonna E. 2018. Quality evaluation of noodles produced from fermented bambara groundnut (*Vigna subterranean (L) Verdc.*) flour. *Food Sci. Qual. Manage.* 73:38–41.
- Chong WK, Mah SY, Easa AM, Tan TC. 2019. Thermal inactivation of lipoxygenase in soya bean using superheated steam to produce low beany flavour soya milk. *J Food Sci Technol.* 56(9):4371–4379. doi: 10.1007/s13197-019-03905-4.
- Codex Alimentarius Commission. 2009. Appendix II. Report of the 30th Session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses. South Africa 3–7.
- Dadzie RG, Ampofo-Asiama J, Kizzie-Hayford N, Otoo GS, Adade I, Seidu-Larry S, Voryehor S, Baidoo J, Ayobe EA, Alima MS. 2025. Optimization and determination of the physicochemical properties and consumer acceptability of gluten-free noodles made from cassava–bambara groundnut composite flour. *Wiley Journal of Food Quality.* 2025(5582669):1–14. doi: 10.1155/jfq/5582669.
- Dalgaard LB, Kruse DZ, Norup K, Andersen BV, Hansen M. 2024. A dairy-based, protein-rich breakfast enhances satiety and cognitive concentration before lunch in overweight to obese young females: A randomized controlled crossover study. *J Dairy Sci.* 107(5):2653–2667. doi: 10.3168/jds.2023-24152.
- Damayanti S, Bintoro VP, Setiani BE. 2020. Pengaruh penambahan tepung komposit terigu, bekatul dan kacang merah terhadap sifat fisik cookies. *Journal of Nutrition College.* 9(3):180–186. doi: 10.14710/jnc.v9i3.27046.
- Defri I, Jariyah J, Nasichah A. 2021. Kajian penambahan crude bromelin dan lama perendaman pada pembuatan nugget daging ayam petelur afkir. *Jurnal Teknologi Pangan.* 15(2):39–59. doi: 10.33005/jtp.v15i2.2943.
- Depiyana T, Kusumawati D, Ma'rifah B. 2024. Analisis kandungan gizi dan organoleptik krakers substitusi tepung ubi jalar ungu dan tepung tempe sebagai alternatif pmt balita gizi kurang. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi.* 23(1):8–17. doi:10.33508/jtpg.v23i1.5293.
- Du C, Jiang F, Jiang W, Ge W, Du S. 2020. Physicochemical and structural properties of sago starch. *International Journal of Biological Macromolecules.* 164:1785–1793. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.07.310.
- Engelen A, Nurhafnita. 2019. Variasi binder pati sagu dengan penambahan ekstrak kunyit (*Curcuma domestica*) pada pembuatan mi sagu (*Metroxylon sagu*) Kering. *J Tech.* 7(2):99–110. doi: 10.30869/jtech.v7i2.384.
- Estiasih T, Hidayat R, Putri RN, Ahmadi KA, Ali DY, Laeliocattleya RA. 2025. Moringa oleifera leaf powder colour improvement and lipoxygenase inactivation by different pHs and water-blanching times. *CyTA-Journal of Food.* 23(1):1–12. doi: 10.1080/19476337.2025.2586311.
- Fardet A. 2016. Minimally processed foods are more satiating and less hyperglycemic than ultra-processed foods: a preliminary study with 98 ready-to-eat foods. *Food Funct.* 7(5):2338–2346. doi:10.1039/c6fo00107f.

Feltrin AC, Souza VR, Saraiva CG, Nunes CA, Pinheiro ACM. 2014. Sensory study of different sodium chloride substitutes in aqueous solution. *International Journal of Food Science and Technology*. 50(3):730–735. doi: 10.1111/ijfs.12670.

Forde CG. 2018. Measuring satiation and satiety. Di dalam: Ares G, Varela P, editor. *Advanced methods in consumer science*. Volume 2. Singapore: Wood Head Publishing. pp 151–182. doi:10.1016/B978-0-08-101743-2.00007-8.

Gentile CL, Ward E, Holst JJ, Astrup A, Ormsbee MJ, Connelly S, Arciero PJ. 2015. Resistant starch and protein intake enhances fat oxidation and feelings of fullness in lean and overweight/obese women. *Nutr J*. 14(113):1–10. doi: 10.1186/s12937-015-0104-2.

Gerstein DE, Woodward-Lopez G, Evans AE, Kelsey K, Drewnowski A. 2004. Clarifying concepts about macronutrients' effects on satiation and satiety. *J Am Diet Assoc*. 104(7):1151–1153. doi:10.1016/j.jada.2004.04.027.

Gu X, Gao F, Zhu K. 2020. Effect of fresh egg white addition on the quality characteristics and protein aggregation of oat noodles. *Food Chemistry*. 330(127319). doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127319.

Hariyanto B, Aji GK, Pranamuda H, Pangestu A. 2020. Pengaruh konsumsi beras sagu terhadap perubahan parameter antropometri pada relawan sehat. *Jurnal Pangan*. 29(2):141–148. doi: 10.33964/jp.v29i2.487.

Helingo Z, Liputo SA, dan Limonu M. 2021. Pengaruh penambahan tepung daun kelor terhadap kualitas roti dengan berbahan dasar tepung sukun. *Jambura Journal of Food Technology*. 2(3):1–13. doi: 10.37905/jjft.v3i2.7515.

Hervik AK, Svihus B. 2019. The role of fiber in energy balance. *J Nutr Metab*. 2019(9945):1–11. doi: 10.1155/2019/4983657.

Hjorne AP, Modvig IM, Holst JJ. 2022. The sensory mechanisms of nutrient-induced GLP-1 secretion. *Metabolites*. 12(5):1–15. doi: 10.3390/metabo12050420

Hull S, Re R, Chambers L, Echaniz A, Wickham MSJ. 2015. A mid-morning snack of almonds generates satiety and appropriate adjustment of subsequent food intake in healthy women. *Eur J Nutr*. 54(5):803–810. doi: 10.1007/s00394-014-0759-z.

Hussin H, Gregory PJ, Julkifle AL, Sethuraman G, Tan XL, Razi F and Azam-Ali SN. 2020. Enhancing the nutritional profile of noodles with bambara groundnut (*Vigna subterranea*) and moringa (*Moringa oleifera*): a food system approach. *Front. Sustain. Food Syst*. 4(59):1–11. doi: 10.3389/fsufs.2020.00059.

Holt SHA, Miller JCB, Petocz P, Farmakalidis E. 1995. A satiety index of common foods. *Eur J Clin Nutr*. 49(9):675–690.

Ignot-Gutiérrez A, Serena-Romero G, Guajardo-Flores D, Alvarado-Olivarez M, Martínez AJ, Cruz-Huerta E. 2024. Proteins and peptides from food sources with effect on satiety and their role as anti-obesity agents: a narrative review. *Nutrients*. 16(20):1–20. doi: 10.3390/nu16203560.

- Ihembe W, Eke MO, Ahure D. 2023. Physicochemical properties of flours from blends of wheat, fermented and roasted bambara nut flours. *African Scholar Publications & Research International*. 2(2):1–21. doi: 10.70382/ajcms.
- Iju S, Sarinah, Rejeki S. 2025. Formulasi bubur bayi instan tepung beras merah substitusi tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan flavor alami pisang ambon sebagai alternatif makanan pendamping air susu ibu (MP-ASI). *Jurnal Riset Pangan*. 3(2):241–260. doi: 10.63071/jrp.v3i2.130.
- Imeneo V, Tokatli F, Ozen B, Cappa C, Aguilo-Aguayo I, Alamprese C. 2025. Incorporating legume and nut flours into pasta, bakery products, and snacks: Opportunities and challenges. *Future Foods*. 12(100811):1–25. doi: 10.1016/j.fufo.2025.100811.
- Jacob R, Provencher V, Panahi S, Tremblay A, Drapeau V. 2023. Eating behaviour traits mediate the association between satiety responsiveness and energy intake among individuals with overweight and obesity. *Appetite*. 180(106373). doi: 10.1016/j.appet.2022.106373.
- Jahanshiri E, Goh EV, Wimalasiri EM, Azam- Ali S, Mayes S, Suhairi TASTM, Nizar NMM, Sinin SSM. 2022. The potential of bambara groundnut: an analysis for the people's republic of china. *Food Energy Secur*. 11(2):614–628. doi: 10.1002/fes3.358.
- [Kemenkes] Kementerian Kesehatan RI. 2018. Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Tahun 2018. Jakarta: Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- [Kemenkes] 2018. Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2017. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- [Kemenkes] 2019. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 29 tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan bagi Bangsa Indonesia. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- [Kementan]. Kementerian Pertanian RI. 2019. Statistik Perkebunan Indonesia 2018–2020. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- [Kementan]. 2020. Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2022. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Kerdsrilek S, Garnjanagoonchorn W. 2014. Effect of duck egg white addition on textural properties and microstructure of rice noodles. *Int. Food Res. J*. 21(6):2155–2159.
- Kudre TG, Benjakul S. 2013. Effects of binary organic solvents and heating on lipid removal and the reduction of beany odour in Bambara groundnut (*Vigna subterranean*) flour. *Food Chemistry*. 141(2):1390–1397. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.04.047.
- Lee Y, Zhang Y, Gu B. 2025. Functional role of garlic in enhancing quality and reducing off-flavors of soy protein-based meat analogs. *Food Sci. Preserv*. 32(2):178–189. doi: 10.11002/fsp.2025.32.2.178.
- Lin X, Li H. 2021. Obesity: epidemiology, pathophysiology, and therapeutics. *Front Endocrinol*. 12(706978):1–9. doi: 10.3389/fendo.2021.706978.

Lisma B, Safrida, Anwar S, Muhsin SW. 2024. Effect of additional sodium tripolyphosphate (STPP) concentration on product physical and sensory characteristics wet noodles from lumi-lumi fish (*Harpodon numerous*) fortified with red beet extract. *Medalion Journal*. 5(4):358–368. doi: 10.59733/medalion.v5i4.152.

Litaay C, Santoso J, Hariyanto B, Indriati A, Andrianto M, Purwandoko PB, Rahman N, Indriawati I, Sufiandi S. 2024. Characteristics of dry noodles based on sago flour enriched with skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 27(12):1181–1194. doi: 10.17844/jphpi.v27i12.55616.

Livingstone KM, Sexton-Dhamu MJ, Pendergast FJ, Worsley A, Brayner B, McNaughton SA. 2022. Energy-dense dietary patterns high in free sugars and saturated fat and associations with obesity in young adults. *Eur J Nutr*. 61(3):1595–1607. doi: 10.1007/s00394-021-02758-y.

Ma H, Liu M, Liang Y, Xueling Zheng X, Sun L, Dang W, Li J, Li L, Liu C. 2022. Research progress on properties of pre-gelatinized starch and its application in wheat flour products. *Grain & Oil Science and Technology*. 5(2):87–97. doi: 10.1016/j.gaost.2022.01.001.

Makhuvha MC, Laurie S, Mosala M. 2024. Effect of orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas*)–Bambara groundnut (*Vigna subterranea*) composite flour on quality properties of pasta. *Journal of Food Science*. 89(11):7348–7359. doi: 10.1111/1750-3841.17432.

Maphosa Y, Jideani VA, Maphosa L. 2022. Bambara groundnut production, grain composition and nutritional value: opportunities for improvements. *J Agr Sci*. 160(6):448–458. doi: 10.1017/S0021859622000521.

Mazhar M, Zhu Y, Qin L. 2023. The interplay of dietary fibers and intestinal microbiota affects type 2 diabetes by generating short-chain fatty acids. *Foods*. 12(1023):1–18. doi: 10.3390/foods12051023.

Meilgaard MC, Civille GV, Carr BT. 2007. *Sensory Evaluation Techniques*. 4th edition. Boca Raton, US: CRC Press. doi: 10.1201/b16452.

Mielmann A, Bothma C, Hugo A, Hugo CJ. 2015. Descriptive sensory analysis and consumer acceptability of lucerne (*Medicago sativa L.*). *Br. Food J*. 117(12):2975 – 2992. doi: 10.1108/bfj-02-2015-0066.

Moeljono S, Gunawan E, Husodo SB, Nugroho JD, Mofu WY, Tampang A, Beljai M, Sadsoeitoeboen BMG, Kesaulija FF. 2025. Analysis of sago starch (*Metroxylon sago*) quality from various cultivars in the Yapen Islands, Papua, Indonesia. *Biodiversitas*. 26(6):2717–2725. doi: 10.13057/biodiv/d260616.

Mohammadi F, Shiri A, Tahmouzi S, Mollakhalili-Meybodi N, Nematollahi A. 2022. Application of inulin in bread: a review of technological properties and factors affecting its stability. *Food Sci Nutr*. 11(2):639–650. doi: 10.1002/fsn3.3141.

Moo-Huchin VM, Canto-Pinto JC, Ku-Canul CY, Estrada-León RJ, Ortiz-Fernández A, Ríos-Soberanis CR, Sauri-Duch E, Aguilar-Vázquez FJ, Pérez

- Pacheco E. 2025. Nutritional and antioxidant enhancement of pasta enriched with parota flour (*Enterolobium cyclocarpum*): a functional food approach. *Foods*. 14(1521):1–16. doi: 10.3390/foods14091521.
- Mpalanzi VT, Chaula DN, Wenaty A. 2023. Textural, cooking quality and sensory acceptability of noodles incorporated with moringa leaf and sardine powders. *European J. Nutr. Food Saf.* 15(10):1–20. doi: 10.9734/ejnfs/2023/v15i101341.
- Muchtar F. 2022. Analisis kandungan protein dan sifat organoleptik nugget ikan cakalang dengan jenis tepung yang berbeda. *Koloni*. 1(1):471–482. doi: 10.31004/koloni.v1i1.149.
- Nafsiyah I, Diachanty S, Sar SR, Rizki RR, Lestari S, Syukerti N. 2022. Profil hedonik kemplang panggang khas Palembang. *Clarias: Jurnal Perikanan Air Tawar*. 3(1):1–5. doi:10.56869/clarias.v3i1.343.
- Nguyen, T.N., Tran, T.T.T., Le, V.V.M. (2025). Effects of blanching conditions on the enzyme inhibition and antioxidant loss in rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) seeds. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 75(1):49–59. doi: 10.31883/pjfn/200589.
- Niyomwong K, Umar M, Anal AK, Raungrusmee S. 2025. Development and characterization of noodles from pregelatinized white kidney bean starch prepared by drum drying technology with guar gum integration. *International Journal of Food Properties*. 28(1):1–16. doi: 10.1080/10942912.2025.2518251.
- Nurjandi B, Haslianti, Suwarjoyowirayatno. 2022. Pengaruh substitusi tepung sagu terhadap nilai sensori dan kimia kerupuk belut sawah (*Monopterus albus*). *J. Fish Protech*. 5(1):45–54. doi: 10.33772/jfp.v5i1.25106.
- Nolan SJ, Hambleton I, Dwan K. 2016. The use and reporting of the cross-over study design in clinical trials and systematic reviews: a systematic assessment. *Plos One*. 11(7):1–14. doi:10.1371/journal.pone.0159014.
- Obradovic M, Sudar-Milovanovic E, Soskic S, Essack M, Arya S, Stewart AJ, Gojobori T and Isenovic ER. 2021. Leptin and Obesity: Role and Clinical Implication. *Front. Endocrinol.* 12(585887):1–14. doi: 10.3389/fendo.2021.585887.
- Olias R, Delgado-Andrade C, Padial M, Marín-Manzano MC, Clemente A. 2023. An updated review of soy-derived beverages: nutrition, processing, and bioactivity. *Foods*. 12(2665):1–28. doi: 10.3390/foods1214266.
- Palamae S, Suyapoh W, Boonrat O, Zhang B, Amin M, Buatong J, Benjakul S. 2024. Activity of bambara groundnut seed coat extract against shewanella species: efficacy and mechanisms of action. *Foods*. 13(3516):1–16. doi: 10.3390/foods13213516.
- Palupi E, Nurdin NM, Mufida G, Valentine FN, Pangestika R, Rimbawan, Sulaeman A. 2024. High-fiber extruded purple sweet potato (*Ipomoea batatas*) and kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) extends the feeling of fullness. *Pol J Food Nutr Scis*. 74(1):82–91. doi: 10.31883/pjfn/183995.

PERKENI. 2021. Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus tipe 2 di Indonesia. Jakarta: PB Perkeni.

Perry JR, Ying W. 2016. A review of physiological effects of soluble and insoluble dietary fibers. *J Nutr Food Sci.* 6(2):1–6. doi: 10.4172/2155-9600.1000476.

@Hak cipta milik IPB University
Petitot M, Barron C, Morel M, Micard V. 2010. Impact of legume flour addition on pasta structure: consequences on its in vitro starch digestibility. *Food Biophysics.* 5(4):284–299. doi: 10.1007/s11483-010-9170-3.

Pudjihastuti I, Sumardiono S, Supriyo E, Kusumayanti H. 2019. Analog rice characteristics made from sago flour and arrowroot flour in supporting food diversification. Di dalam: Listyawan AB, Hidayati N, Setiawan W, Riyadi TWB, Prasetyo H, Nugroho MT. Exploring Resources, Process and Design for Sustainable Urban Development. *Proceedings of the 5th International Conference on Engineering, Technology, and Industrial Application (ICETIA)*. Surakarta: AIP Publishing. pp 1–5. doi: 10.1063/1.5112408.

Rakha A, Mehak F, Shabbir MA, Arslan M, Ranjha MMAN, Ahmed W, Soco CT, Rusu AV, Hassoun A, Aadil. 2022. Insights into the constellating drivers of satiety impacting dietary patterns and lifestyle. *Front Nutr.* 20(9):1–25. doi: 10.3389/fnut.2022.1002619.

Rakhmayati O, Khotimah K, Mulyani R, Kusumaningrum. 2023. Pengaruh penambahan tepung kacang merah dan tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas var ayumurasaki*) terhadap sifat fisik, sensoris serta kimia chewy cookies. *JAHT.* 2(1):54–62. doi: 10.20961/jaht.v2i1.712.

Ramatsetse KE, Ramashia SE, Mashau ME. 2023. A review on health benefits, antimicrobial and antioxidant properties of Bambara groundnut (*Vigna subterranean*). *International Journal of Food Properties.* 26(1):91–107. doi: 10.1080/10942912.2022.2153864.

Ridwan M, Palupi E, Setiawan B, Heksana RAR. 2024. Bambara bean substitution improves the nutritional content and increases the satiety index of purple sweet potato bread. *Prev. Nutr. Food Sci.* 29(4):512–521. doi: 10.3746/pnf.2024.29.4.512.

Rohayati, Wiarsih W, Nursasi AY. 2023. “I’m not satiety without rice”: phenomenological study of barrier and weight loss efforts in home settings. *Unnes J Public Heal.* 12(1):61–70. doi: 10.15294/ujph.v12i1.58661.

Romieu I, Dossus L, Barquera S, Blottière HM, Franks PW, Gunter M, Hwalla N, Hursting SD, Leitzmann M, Margetts B, Nishida C, Potischman N, Seidell J, Stepien M, Wang Y, Westerterp K, Winichagoon P, Wiseman M, Willett WC. 2017. Energy balance and obesity: what are the main drivers?. *Cancer Causes Control.* 28(3):247–258. doi: 10.1007/s10552-017-0869-z.

Savastano DM, Hodge RJ, Nunez DJ, Walker A, Kapikian R. 2014. Effect of two dietary fibers on satiety and glycemic parameters: a randomized, double-blind, placebo-controlled, exploratory study. *Nutr J.* 1(45):1–11. doi: 10.1186/1475-2891-13-45.

- Scott G, Awika JM. 2023. Effect of protein–starch interactions on starch retrogradation and implications for food product quality. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 22(3):2081–2111. doi: 10.1111/1541-4337.13141.
- Setyaningsih, D, Apriyanton, A, dan Sari, MP. 2010. *Analisa Sensori Industri Pangan dan Agro.* Bogor: IPB Press.
- Shishehbor F, Salimi Z, Veissi M, Malehi AS, Shiri-Nasab M, Helli B. 2020. Effect of oak flour on glycemic index and satiety index of white bread. *Iran Red Crescent Med J.* 22(1):e95552. doi: 10.5812/ircmj.95552.
- Shogren RL, Hareland GA, Wu AV. 2006. Sensory evaluation and composition of spaghetti fortified with soy flour. *J. Food Sci.* 71(6):428–432. doi: 10.1111/j.1750-3841.2006.00061.x.
- Sondari D, Restu WK, Sampora Y, Devy YA, Yosta TD, Muawanah A. 2021. Effect of solvent concentration in sago starch fractionation. *IOP Conf Ser-Mat Sci.* 1011(1):1–7. doi:10.1088/1757-899X/1011/1/012038.
- Stubbs J, Horgan G, Robinson E, Hopkins M, Dakin C, Finlayson G. 2023. Diet composition and energy intake in humans. *Phil. Trans. R. Soc.* 378(20220449):1–14. doi: 10.1098/rstb.2022.0449.
- Sumartini, Ratrinia PW. 2022. Nutrition of wet noodles with mangrove fruit flour during the shelf life by adding catechins as a source of antioxidants. *IOP Conf Ser-Mat Sci.* 967(012015):1–10. doi:10.1088/1755-1315/967/1/012015
- Syartiwidya. 2023. Potensi sago (*Metroxylon Sp.*) dalam mendukung ketahanan pangan di provinsi riau. *Jurnal Selodang Mayang.* 9(1):77–84. doi: 10.47521/selodangmayang.v9i1.277.
- Tan XL, Azam-Ali S, Goh EV, Mustafa M, Chai HH, Ho WK, Mayes S, Mabhaudhi T, Azam-Ali S and Massawe F. 2020. Bambara groundnut: an underutilized leguminous crop for global food security and nutrition. *Front. Nutr.* 7(601496):1–16. doi: 10.3389/fnut.2020.601496.
- Tethool EF, Raharjo S, Pranoto Y, Supriyadi. 2025. Investigation of pregelatinized sago starch-decanoic acid complex by ultrasonication and its potential to stabilize oil-in-water emulsion. *Trends In Sciences.* 22(3):1–14. doi: 10.48048/tis.2025.9241.
- Tremblay A, Bellisle F. 2015. Nutrients, satiety, and control of energy intake. *Appl Physiol Nutr Metab.* 40(10):971–979. doi: 10.1139/apnm-2014-0549.
- Triyastuti MS, Ndahawali DH, Nurfitriyani A, Mulia L. 2023. Pengaruh penyimpanan pada uji organoleptik cireng mercon the effect of storage on cireng mercon organoleptic test. *Jurnal Airaha.* 12(2):259–267. doi: 10.15578/ja.v12i02.551.
- Vara-Ubol S, Chambers E, Chambers DH. 2004. Sensory characteristics of chemical compounds potentially associated with beany aroma in foods. *J. Sens. Stud.* 19(1):15–26. doi: 10.1111/j.1745-459X.2004.tb00133.x.
- Veldsman Z, Pretorius B, Schönfeldt HC. 2023. Examining the contribution of an underutilized food source, bambara groundnut, in improving protein intake in

sub-saharan africa. *Front Sustain Food Syst.* 7(1183890):1–12. doi: 10.3389/fsufs.2023.1183890.

Waddell IS, Orfila C. 2023. Dietary fiber in the prevention of obesity and obesity-related chronic diseases: from epidemiological evidence to potential molecular mechanisms. *Crit Rev Food Sci.* 63(27):8752–8767. doi: 10.1080/10408398.2022.2061909.

Wu S, Jia W, He H, Yin J, Xu H, He C, Zhang Q, Peng Y, Cheng R. 2023. A new dietary fiber can enhance satiety and reduce postprandial blood glucose in healthy adults: a randomized cross-over trial. *Nutrients.* 15(4569):1–16. doi: 10.3390/nu15214569.

[WHO] World Health Organization. 2024. Overweight and Obesity. [diakses 2024 Jun 15]. Tersedia dari: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.

[WHO] 2023. WHO Updates Guidelines on Fats and Carbohydrates. [diakses 2024 Jun 15]. Tersedia dari: <https://www.who.int/news/item/17-07-2023-who-updates-guidelines-on-fats-and-carbohydrates>.

Wibowo L, Andarwulan N, Indrasti D. 2024. Kajian implementasi informasi “pilihan lebih sehat” label kemasan mi instan di indonesia. *Jurnal Mutu Pangan.* 11(1):63–70. doi: 10.29244/jmpi.2024.11.1.63.

[WINA] World Instant Noodles Association. 2024. The Global Demand for Instant Noodles. [diakses 2024 Jun 15]. Tersedia dari: <https://instantnoodles.org/en/noodles/demand/table/>.

Yahya F, Xiang YK, Zainol MK, Hasmadi M. 2022. Effect of different ratios of wheat flour to black bean (*Phaseolus vulgaris L.*) flour on physicochemical properties and sensory acceptability of cooked noodle. *Food Research.* 6(2): 457–464. doi:10.26656/fr.2017.6(2).315.

Yang M, Liu S, Zhang C. 2022. The related metabolic diseases and treatments of obesity. *Healthcare (Basel).* 10(9):1616. doi: 10.3390/healthcare10091616.

Yeoh S, Tan H, Muhammad L, Tan T, Murad M, Easa AM. 2023. Sensory, structural breakdown, microstructure, salt release properties, and shelf life of salt-coated air-dried yellow alkaline noodles. *NPJ Sci Food.* 7(1):1–12. doi: 10.1038/s41538-023-00183-5.

Yuliani H, Yuliana ND, Budijanto S. 2015. Formulasi mi kering sagu dengan substitusi tepung kacang hijau. *Agritech.* 35(4):387–395. doi: 10.22146/agritech.9322.