



## SEMINAR SEKOLAH PASCASARJANA INSTITUT PERTANIAN BOGOR

---

Nama	:	Afifah Nufaisah
NRP	:	I1504212027
Program Studi	:	Ilmu Gizi
Judul Penelitian	:	Pengembangan Roti Tawar <i>Wholemeal</i> Tinggi
	:	Serat Berbahan Dasar Tepung Kacang Bogor ( <i>Vigna subterranea</i> L. Verdc.)
Pembimbing	:	1. Prof. Dr. Rimbawan 2. Dr. Zuraidah Nasution, S.T.P., M.Sc
Kelompok	:	Ilmu Sosial Humaniora
Hari / Tanggal	:	Senin, 08-06-2024
Waktu	:	14.00-15.00 WIB
Tempat	:	Ruang Seminar Pasca Gedung FEMA Kampus IPB Dramaga

---



# PENGEMBANGAN ROTI TAWAR WHOLEMEAL TINGGI SERAT BERBAHAN DASAR TEPUNG KACANG BOGOR (*Vigna subterranea L. Verdc.*)<sup>1</sup>

(*Development of High-Fiber Wholemeal Bread Based on Bambara Groundnut Flour (*Vigna subterranea L. Verdc*)*)

Afifah Nufaisah<sup>2</sup>, Rimbawan Rimbawan<sup>3</sup>, Zuraidah Nasution<sup>4</sup>

## Abstract

Low fibre consumption is one of Indonesia's major nutritional issues. Given this issue, this study proposes an alternate approach to increasing food fibre consumption: the development of high-fibre products. The product developed in this study is a staple meal that can be consumed on a daily basis and is well-known and popular among the Indonesian people: bread. However, making bread requires wheat as the basic ingredient. While wheat is still an imported food item in Indonesia, In this study, used wheat less frequently and substituted it with local foods. This research is experimental with a complete randomised design (CRD). The treatment factor in this study consisted of a single factor, namely the ratio of Bogor bean flour to whole wheat flour, with the treatment groups being F<sub>1</sub> (20%: 80%) and F<sub>2</sub> (40%: 60%), and the control group being F<sub>0</sub> (0%: 100%). We obtained the selected formula, F1, from the results of the characteristic and hedonic tests. *Wholemeal* bread substituted with 20% Bogor bean flour has a water content of 34.76%; ash 1.37%; fat 5.98%; protein 11.49%; carbohydrates 46.41%; energy 285 kcal; IDF 4.8%; SDF 2.2%; and TDF 6.9%. This bread also has a glycemic index value of 61.1, which is in the moderate category. Therefore, *wholemeal* bread with Bogor bean flour substitution can be an alternative choice for substituting various products and can be one of the functional foods.

**Keywords:** Bogor beans, Plain bread, High fiber, Wholemeal, and Whole wheat

## PENDAHULUAN

Serat pangan merupakan salah satu komponen yang dianjurkan selalu ada dalam setiap kali makan. Akan tetapi konsumsi serat di Indonesia masih menjadi salah satu masalah pola makan masyarakat. Berdasarkan RISKESDAS tahun 2018 proporsi usia  $\geq 5$  tahun di Indonesia dengan kategori konsumsi sayur dan buah yang kurang sebesar 95,4% (Kemenkes 2019). Begitu juga berdasarkan Direktori Perkembangan Konsumsi Pangan, konsumsi pangan sumber serat seperti kacang-kacangan, umbi-umbian, sayur dan buah masyarakat Indonesia pada tahun 2020 masih dalam kategori kurang (Haryanto *et al.* 2021).

Untuk meningkatkan konsumsi serat, penelitian ini menawarkan cara alternatif melalui pengembangan produk tinggi serat. Produk yang dikembangkan pada penelitian ini merupakan makanan pokok yang dapat dikonsumsi dalam sehari-hari. Salah satu makanan pokok yang telah dikenal dan disukai oleh hampir seluruh orang ialah roti tawar (Ide Masak 2012). Akan tetapi dalam pembuatan roti membutuhkan gandum sebagai bahan dasarnya. Sementara gandum di Indonesia merupakan salah satu bahan pangan yang masih mengandalkan impor. Berdasarkan Statistik Perdagangan Luar Negeri, impor gandum dan meslin dari Australia ke Indonesia pada tahun 2020 sebesar 830,8 ribu ton menjadi 4.692,6 ribu ton pada 2021, sehingga kenaikan terjadi sebesar 515,09% (BPS

2021). Oleh karena itu penggunaan gandum pada penelitian ini dikurangi dan disubstitusi dengan pangan lokal.

Pangan lokal yang digunakan ialah pangan yang tinggi serat dan memiliki kandungan zat gizi yang tidak jauh berbeda dengan gandum yaitu kacang Bogor. Kacang Bogor biasa dijual dalam bentuk kacang rebus, kacang goreng dan dalam bentuk segar (Redjeki 2019). Pemanfaatan kacang Bogor yang kurang ini sangat disayangkan, karena kacang Bogor memiliki kandungan gizi yang tidak kalah dengan legum lainnya. Kacang Bogor kering memiliki kandungan serat yang tinggi (26,3 gram) dibandingkan dengan legum lainnya (Kemenkes RI 2018). Serat yang tinggi pada kacang Bogor diharapkan dapat memberikan roti tawar *wholemeal* dengan indeks glikemik yang lebih rendah.

Berdasarkan hal tersebut, untuk mengurangi penggunaan gandum dan memanfaatkan pangan lokal (kacang Bogor) maka peneliti melakukan penelitian berupa “Pengembangan Roti Tawar *Wholemeal* Tinggi Serat Berbahan Dasar Tepung Kacang Bogor”. Adapun tujuan khusus pada penelitian ini yaitu 1) Memformulasikan roti tawar *wholemeal* dengan substitusi tepung kacang Bogor, 2) Menganalisis karakteristik fisik kimia, dan sensori dari roti tawar *wholemeal* dengan substitusi tepung kacang Bogor, 3) Menganalisis indeks glikemik dari roti tawar *wholemeal* dengan substitusi tepung kacang Bogor.

## METODE

### Desain, Waktu, dan Tempat Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang dilaksanakan pada Oktober hingga Mei 2024. Penelitian terdiri dari dua tahap yakni pendahuluan (pembuatan tepung kacang Bogor, pengembangan produk) dan tahap lanjutan (uji karakteristik fisik, uji hedonik, pemilihan formula terpilih, uji karakteristik kimia, dan pengukuran indeks glikemik). Pembuatan produk dan uji karakteristik fisik dilakukan di Laboratorium Percobaan Makanan. Uji karakteristik kimia di Laboratorium Analisis Zat Gizi dan Biokimia, dan pengukuran indeks glikemik di Laboratorium Klinik dan Konsultasi, Gizi Masyarakat, Institut Pertanian Bogor.

### Pembuatan Tepung Kacang Bogor

Pembuatan tepung kacang Bogor pada penelitian ini berdasarkan metode yang dijelaskan oleh Onwuka (2006); Adeleke *et al.* (2017) dengan sedikit modifikasi. Kacang Bogor sebanyak 500 g direndam dalam air selama 12 jam, dan direbus selama 80 menit. Kacang dikupas kulit luarnya dan dicuci dengan air sebanyak dua kali, dan dikeringkan menggunakan drum dryer dengan suhu 90°C, kecepatan 10 rpm. Dilanjutkan dengan penghalusan menggunakan mill dan diayakan menggunakan mesh ukuran 40.

### Pembuatan Roti Tawar *Wholemeal*

Tepung terigu protein tinggi dan tepung campuran (tepung gandum dan tepung kacang Bogor) dicampurkan sesuai formula dengan ditambahkan susu bubuk, *bread improver*, *crumb softener*, gula pasir, ragi instan dan garam halus dalam mangkuk mixer. Kemudian diaduk hingga rata, lalu ditambahkan air dan mentega putih. Adonan diaduk kembali hingga kalis dan dibulatkan, serta didiamkan selama 60 menit. Dilanjutkan dengan pegempisan dan pemotongan adonan, kemudian pembulatan dan pendiaman (15

menit). Selanjutnya adonan dikempiskan kembali, dibentuk dan diletakkan kedalam loyang (didiamkan selama 60 menit). Adonan dipanggang menggunakan oven dengan temperatur 200 °C selama 60 menit (Wibowo 2016).

### **Analisis Karakteristik Fisik**

Analisis karakteristik fisik roti tawar *wholemeal* terdiri dari uji kekerasan (*hardness*) dengan menggunakan *texture profile analysis* (TPA) (Brookfield), volume roti menggunakan metode modifikasi dari *rapeseed* (Greene dan Bovell-Benjamin 2004), volume spesifik dengan menggunakan metode *specific volume based on weight* (Shittu *et al.* 2007), pengujian warna menggunakan metode *colorimeter* (Handayani 2017), ukuran pori (*crumb*) dengan menggunakan *ImageJ* (Petrusha *et al.* 2017), *weight loss* dengan metode kehilangan berat roti (Greene dan Bovell-Benjamin 2004).

### **Analisis Kandungan Gizi**

Analisis kandungan zat gizi yang dilakukan yaitu kadar air, abu, protein, lemak, karbohidrat, energi, serat pangan. Kadar abu ditentukan oleh metode pengabuan zat-zat organik yang diuraikan menjadi air, CO<sub>2</sub> dan NH<sub>3</sub> (SNI 1992), kadar air menggunakan metode pengeringan (SNI 1992), analisis karbohidrat menggunakan metode *by different AOAC* 2005 (Budiarti *et al.* 2016), kadar protein menggunakan metode kjeldahl (AOAC 2001), kadar lemak menggunakan metode soxhlet (AOAC 2003), kadar energi menggunakan perhitungan faktor *Atwater* (Sachriani dan Yulianti 2021), dan serat pangan yang berupa *insoluble dietary fiber* (IDF), *soluble dietary fiber* (SDF) dan *total dietary fiber* (TDF) ditentukan menggunakan metode gravimetri enzimatik (Megazyme 2017).

### **Pengukuran Indeks Glikemik**

Pengujian indeks glikemik dilakukan dengan mengacu kepada (ISO 26642:2010), dengan jumlah subjek 12 orang yang merupakan mahasiswa Institut Pertanian Bogor. Pengukuran indeks glikemik dilakukan melalui pengukuran glukosa darah sebelum dan setelah konsumsi pangan uji pada menit ke-0, 15, 30, 45, 60, 90 dan 120.

### **Pengolahan dan Analisis Data**

Data hasil penelitian diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel* 2016 dan IBM *Statistical Program Social Sciences* (SPSS) versi 20.0 yaitu uji deskriptif, uji *one-way ANOVA* yang dilanjutkan *Duncan's Multiple Range Test* dan uji *Independent Sample T-Test* dengan nilai perbedaan nyata atau signifikansi *p-value* kurang dari (*p*<0,05).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Formulasi Roti Tawar *Wholemeal* dengan Substitusi Tepung Kacang Bogor**

Penentuan formulasi perlakuan roti tawar *wholemeal* didapatkan secara subjektif berdasarkan warna, aroma, rasa, dan tekstur dari uji coba pembuatan roti tawar *wholemeal* dengan substitusi tepung kacang Bogor 0% hingga 100%. Roti tawar *wholemeal* dengan penggunaan tepung kacang Bogor sebesar 50% menyebabkan roti menjadi lebih padat. Hal ini dikarenakan berkurangnya kandungan gluten seiring dengan penambahan tepung kacang Bogor. Kandungan gluten yang berkurang menyebabkan menurunnya

kemampuan adonan dalam menahan gas, sehingga roti menjadi padat dan tidak mengembang (Paradilla *et al.* 2022). Penambahan tepung kacang Bogor sebesar  $\leq 30\%$  memberikan hasil warna yang menyerupai roti 100% gandum utuh ( $F_0$ ), dan penambahan 40-50% telah memberikan warna sedikit gelap tapi masih menyerupai roti tawar gandum utuh pada umumnya. Akan tetapi penambahan  $\geq 80\%$  menghasilkan roti yang jauh lebih gelap yaitu coklat tua kehitaman. Adanya perbedaan warna pada roti kemungkinan disebabkan oleh kandungan pigmen alami dari kacang Bogor. Berdasarkan Rahayu dan Fidyasari (2022) yang menyatakan bahwa kacang-kacangan yang berwarna gelap memiliki kandungan antosianin yang tinggi.

Penambahan tepung kacang Bogor sebanyak 60% menyebabkan aroma gandum berkurang dan aroma kacang tercium. Penambahan tepung kacang Bogor  $\geq 70\%$  menyebabkan aroma kacang Bogor menjadi kuat dan aroma gandum menghilang. Hal ini dikarenakan kacang-kacangan memiliki bau langu (*beany flavor*) yang sebabkan oleh aktivitas enzim lipoksigenase (Ponelo *et al.* 2022). Roti dengan substitusi tepung kacang sebesar  $\geq 30\%$  telah memberi sangat sedikit kesan rasa kacang, namun penambahan 60% menyebabkan kacang Bogor sudah lebih terasa. Substitusi tepung kacang  $\geq 70\%$  memberikan rasa kacang Bogor yang lebih dominan, sehingga rasa khas gandum berkurang. Menurut Puspita *et al.* (2021) yang menyatakan semakin tinggi penambahan tepung kacang menyebabkan rasa langu semakin tinggi. Dari sini, didapatkanlah formula perlakuan (tepung gandum utuh : tepung kacang Bogor) yaitu  $F_1$  (80%:20%) dan  $F_2$  (60%:40%), dengan  $F_0$  (100%:0%) sebagai kontrol.

### **Karakteristik Fisik Roti Tawar *Wholemeal***

Tabel 1 menunjukkan analisis karakteristik fisik roti tawar *wholemeal* yang meliputi analisis *hardness*, volume roti, volume spesifik, *weight loss*, ukuran pori dan warna. Roti tawar *wholemeal* gandum utuh memiliki *hardness* yang secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan roti tawar *wholemeal* substitusi tepung kacang Bogor ( $p<0,05$ ). Adanya perbedaan *hardness* pada roti dikarenakan penggunaan tepung kacang Bogor yang semakin banyak menyebabkan berkurangnya kandungan gluten yang ada pada roti (Chinma *et al.* 2023). Kandungan gluten yang rendah menyebabkan adonan tidak dapat menahan gas dan tidak dapat mempertahankan daya kembang roti sehingga roti menjadi keras (Damayanti *et al.* 2020).

Roti tawar *wholemeal* dari gandum utuh memiliki volume yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan roti yang disubstitusi tepung kacang Bogor. Penambahan tepung kacang Bogor yang semakin banyak dapat menyebabkan penurunan volume roti. Hal ini kemungkinan dikarenakan rendahnya kandungan gluten pada roti tawar *wholemeal* dengan substitusi tepung kacang Bogor. Roti dengan kandungan gluten yang rendah menyebabkan berkurangnya karbodioksida yang terperangkap pada adonan roti sehingga volume roti kurang mengembang (Paradilla *et al.* 2022).

Roti tawar *wholemeal* gandum utuh memiliki volume spesifik yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan roti tawar *wholemeal* yang disubstitusi tepung kacang Bogor. Hal ini dikarenakan roti tawar *wholemeal* 100% gandum utuh memiliki volume roti yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan roti tawar *wholemeal* substitusi tepung kacang Bogor. Menurut Salsabila *et al.* (2022) volume spesifik merupakan volume dari satuan berat roti yang menggambarkan daya kembang roti.

Roti tawar *wholemeal* gandum utuh memiliki *weight loss* yang secara tidak signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan roti tawar *wholemeal* yang disubstitusi

tepung kacang Bogor. Adanya selisih *weight loss* kemungkinan dikarenakan proses pengovenan pada pembuatan roti tawar *wholemeal* yang menyebabkan kandungan air pada roti tawar *wholemeal* 100% gandum utuh menguap lebih banyak. Menurut Liu *et al.* (2018) roti yang terbuat dari tepung kacang-kacangan mengalami sedikit kehilangan air dibandingkan dengan roti yang terbuat dari gandum selama pemanggangan.

Roti tawar *wholemeal* gandum utuh memiliki ukuran pori-pori yang secara signifikan lebih kecil dibandingkan roti tawar *wholemeal* substitusi tepung kacang Bogor. Adanya perbedaan ini kemungkinan dikarenakan rendahnya kandungan gluten pada roti dengan substitusi tepung kacang Bogor. Hal ini sejalan dengan Yunieta dan Sutrisno (2018) yang menyatakan bahwa pori merupakan lubang-lubang kecil yang terbentuk akibat adanya gas CO<sub>2</sub> yang ditahan oleh gluten.

Roti dengan substitusi tepung kacang Bogor juga memiliki warna yang lebih gelap, serta warna kemerahan dan kekuningan yang lebih rendah dibandingkan dengan roti tawar *wholemeal* gandum utuh. Hal ini kemungkinan dikarenakan pigmen yang ada pada kulit ari kacang Bogor. Berdasarkan Rahayu dan Fidyasari (2022) kacang-kacangan yang berwarna gelap memiliki kandungan antosianin yang tinggi, dan Munte *et al.* (2019) menyatakan penambahan tepung kacang merah yang semakin banyak menurunkan kandungan betakaroten.

Tabel 1 Karakteristik fisik roti tawar *wholemeal*

Komponen	Perlakuan	F <sub>0</sub> (100%:0%)	F <sub>1</sub> (80%:20%)	F <sub>2</sub> (60%:40%)
Hardness (load/g)		268±7,50 <sup>a</sup>	291±10,21 <sup>b</sup>	387±15,27 <sup>c</sup>
Volume roti (ml)		89±9,71 <sup>b</sup>	70±6,24 <sup>a</sup>	66±7,81 <sup>a</sup>
Volume spesifik (cm <sup>3</sup> /g)		3,59±0,09 <sup>b</sup>	2,62±0,15 <sup>a</sup>	2,44±0,26 <sup>a</sup>
Weight loss (%)		14,79±1,19 <sup>a</sup>	12,94±1,62 <sup>a</sup>	12,58±0,23 <sup>a</sup>
Ukuran pori (mm)		2,70±2,70 <sup>b</sup>	3,55±3,55 <sup>a</sup>	3,85±3,85 <sup>a</sup>
Warna				
L		62,51±0,93 <sup>b</sup>	54,38±2,42 <sup>a</sup>	53,13±0,89 <sup>a</sup>
a		8,83±8,83 <sup>b</sup>	7,93±7,93 <sup>a</sup>	8,61±8,61 <sup>ab</sup>
b		15,97±0,97 <sup>b</sup>	11,47±0,78 <sup>a</sup>	10,83±0,23 <sup>a</sup>

Keterangan:

F<sub>x</sub> a : b = tepung gandum utuh : tepung kacang Bogor. <sup>a,b,c</sup>Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan ada perbedaan secara signifikan (*p*<0,05) berdasarkan uji *one-way* ANOVA dilanjutkan dengan *Duncan's*. L: kecerahan, a: kemerahan, b: kekuningan

## Formula terpilih

Pemilihan formula dilakukan berdasarkan hasil uji karakteristik fisik dan tingkat kesukaan responden terhadap roti tawar *wholemeal* dengan substitusi tepung kacang Bogor. Didapatkan hasil bahwa roti dengan penambahan 20% tepung kacang Bogor memiliki karakteristik fisik dan tingkat kesukaan yang lebih tinggi dibandingkan roti dengan substitusi 40% tepung kacang Bogor. Dengan begitu formula terpilih pada penelitian ini merupakan roti tawar *wholemeal* dengan substitusi 20% tepung kacang Bogor.

## Kandungan Gizi Roti Tawar *Wholemeal*

Analisis kandungan gizi roti tawar *wholemeal* ditunjukkan pada Tabel 2 yang meliputi analisis kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat, kadar energi, dan kadar serat pangan (IDF, SDF, dan TDF). Roti tawar *wholemeal* dengan substitusi 20% tepung kacang Bogor memiliki kadar air yang secara tidak signifikan sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan roti tawar *wholemeal* 100% gandum utuh

( $p>0,05$ ). Hal ini kemungkinan dikarenakan pemanggangan roti dari tepung kacang-kacangan mengalami sedikit kehilangan air dibandingkan roti gandum (Liu *et al.* 2018).

Tabel 2 Kandungan gizi roti tawar *wholemeal* per 100 gram

Komponen	Perlakuan	
	F0 (100%:0%)	F1 (80%:20%)
Kadar Air (g)	34.20±0,69 <sup>a</sup>	34.76±0,55 <sup>a</sup>
Kadar Abu (g)	1.39±0,49 <sup>a</sup>	1.37±0,46 <sup>a</sup>
Kadar Lemak (g)	5.69±0,10 <sup>a</sup>	5.98±0,28 <sup>a</sup>
Kadar Protein (g)	10.57±0,19 <sup>a</sup>	11.49±0,41 <sup>b</sup>
Kadar karbohidrat (g)	48.15±0,43 <sup>b</sup>	46.41±0,35 <sup>a</sup>
Kadar Energi (kkal)	286±3 <sup>a</sup>	285±3,05 <sup>a</sup>
Kadar Serat pangan		
<i>Insoluble dietary fiber</i> (g)	4.2±0,72 <sup>a</sup>	4.8±0,75 <sup>a</sup>
<i>Soluble dietary fiber</i> (g)	1.8±0,49 <sup>a</sup>	2.2±0,66 <sup>a</sup>
<i>Total dietary fiber</i> (g)	6.1±0,25 <sup>a</sup>	6.9±0,55 <sup>a</sup>

Keterangan:

$F_x$  a : b = tepung gandum utuh : tepung kacang Bogor. <sup>a,b</sup>Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan ada perbedaan secara signifikan ( $p<0,05$ ) berdasarkan uji *Independent Sample T-test*

Roti tawar *wholemeal* dengan substitusi 20% tepung kacang Bogor memiliki kandungan abu yang sedikit lebih rendah, namun tidak berbeda secara signifikan dibandingkan dengan roti tawar *wholemeal* gandum utuh. Adanya proses pengovenan yang menyebabkan kandungan air menguap dan meningkatkan kandungan mineral. Hal ini sejalan dengan Ariva *et al.* (2020) yang menyatakan adanya kontak energi panas dengan massa air disertai dengan suhu yang semakin tinggi menyebabkan terjadinya penguapan massa air dan mineral-mineral yang ada pada bahan akan semakin meningkat.

Roti tawar *wholemeal* dengan substitusi 20% tepung kacang Bogor memiliki kandungan lemak yang tidak berbeda secara signifikan, namun sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan roti tawar *wholemeal* gandum utuh. Hal ini kemungkinan dikarenakan gluten pada gandum dapat mengikat lemak dari bahan lainnya seperti mentega putih dan susu dengan baik, sehingga kandungan lemak pada kedua roti tidak berbeda. Menurut Yustina *et al.* (2021) tepung bebas gluten memiliki kemampuan mengikat lemak dari bahan lain (seperti mentega) yang lebih rendah dan Huang *et al.* (2019) menyatakan saat pemanggangan, lapisan gluten akan berikatan silang dengan lipid.

Roti tawar *wholemeal* dengan substitusi 20% tepung kacang Bogor memiliki kandungan protein yang berbeda secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan roti tawar *wholemeal* 100% gandum utuh ( $p<0,05$ ). Adanya perbedaan ini dikarenakan kacang Bogor memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan gandum. Berdasarkan informasi nilai gizi pada kemasan gandum utuh memiliki kandungan protein sebesar 14 g/100 g dan hasil analisis kandungan protein tepung kacang Bogor sebesar 22 g. Menurut Tunjungsari dan Fathonah (2019) penggunaan tepung kacang tunggak sebesar 20% dapat meningkatkan kandungan protein pada biskuit.

Roti tawar *wholemeal* dengan substitusi 20% tepung kacang Bogor memiliki kandungan karbohidrat yang berbeda secara signifikan lebih kecil dibandingkan dengan roti tawar *wholemeal* 100% gandum utuh ( $p<0,05$ ). Adanya perbedaan kandungan karbohidrat antara kedua roti ini dikarenakan zat gizi (air, lemak dan protein) yang terkandung pada roti tawar *wholemeal* substitusi 20% tepung kacang Bogor sedikit lebih tinggi, sehingga akan menghasilkan karbohidrat yang lebih rendah. Hal ini sejalan Ginting *et al.* (2020) yang menyatakan semakin tinggi kandungan zat gizi lainnya maka kandungan karbohidrat semakin rendah.

Berdasarkan hasil uji *Independent Sampel T-Test*, roti tawar *wholemeal* dengan substitusi 20% tepung kacang Bogor memiliki kandungan energi yang tidak berbeda secara signifikan dengan roti tawar *wholemeal* 100% gandum utuh ( $p>0,05$ ). Adanya selisih perbedaan kandungan energi dikarenakan kedua roti tawar *wholemeal* memiliki kandungan karbohidrat dan protein yang jumlahnya berlawanan, sehingga kandungan energi yang dihasilkan tidak jauh berbeda. Kandungan energi didapatkan melalui perhitungan *atwater* yaitu berdasarkan hasil penjumlahan dari kandungan karbohidrat, protein dan lemak dalam satuan kalori (Wardawati *et al.* 2022).

Roti tawar *wholemeal* dengan substitusi 20% tepung kacang Bogor memiliki kandungan IDF, SDF dan TDF yang tidak berbeda secara signifikan dengan roti tawar *wholemeal* 100% gandum utuh. Tidak adanya perbedaan ini dikarenakan kandungan serat yang ada pada kedua bahan dasar dari kedua roti yang tidak jauh berbeda. Berdasarkan hasil analisis tepung kacang Bogor memiliki kandungan TDF 12,69 g, IDF 10,83 g, SDF 1,85 g, sementara menurut Prasadi dan Joye (2020) gandum memiliki kandungan TDF 11,6-17,0 g; IDF 10,2-14,7 g; dan SDF 1,4-2,3 g. Kandungan serat pada tepung gandum sangatlah bervariasi, karna gandum dengan ukuran partikel yang halus akan menghasilkan serat yang rendah. Berdasarkan hasil penelitian Bressiani *et al.* (2017) semakin besar ukuran partikel gandum maka semakin besar kandungan seratnya. Hal ini yang kemungkinan menyebabkan roti tawar *wholemeal* dari kedua roti memiliki kandungan serat yang tidak jauh berbeda.

### **Indeks Glikemik Roti Tawar *Wholemeal***

Area inkremental dibawah kurva glukosa darah (IUAC) dari nilai respons glukosa dihitung untuk mendapatkan nilai indeks glikemik indeks glikemik roti tawar *wholemeal*. Berdasarkan hasil perhitungan indeks glikemik dari kedua roti *wholemeal* termasuk dalam kategori moderat.

Tabel 3 Kandungan indeks glikemik roti tawar *wholemeal*

Komponen	Perlakuan	
	F0 (100%:0%)	F1 (80%:20%)
Indeks glikemik	55,1±5,73 <sup>a</sup>	61,1±5,02 <sup>a</sup>

Keterangan:

F<sub>x</sub> a : b = tepung gandum utuh : tepung kacang Bogor. <sup>a,b,c</sup>Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan ada perbedaan secara signifikan

Tidak adanya perbedaan signifikan pada nilai indeks glikemik kemungkinan dikarenakan kandungan serat yang dimiliki dari kedua roti tawar *wholemeal* juga tidak berbeda secara signifikan. Menurut Giuntini *et al.* (2022) serat yang tinggi pada suatu makan dapat menurunkan nilai indeks glikemik. Meskipun tidak berbeda, roti tawar *wholemeal* substitusi 20% tepung kacang Bogor memiliki nilai indeks glikemik yang sedikit lebih tinggi. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh pengolahan dan ukuran partikel dari tepung kacang Bogor. Menurut Arif *et al.* (2013) indeks glikemik dapat dipengaruhi dengan adanya pengolahan, seperti pemanasan dan penepungan untuk memperkecil partikel. Roti tawar *wholemeal* dengan 20% tepung kacang Bogor dibuat dari tepung kacang Bogor. Proses pembuatan tepung kacang Bogor melalui perebusan kacang Bogor selama 80 menit menyebabkan daya cerna pati meningkat. Menurut Rehman dan Shah (2005) perebusan dapat meningkatkan kecernaan pati. Begitu juga dengan ditambahnya ukuran tepung kacang Bogor yang berukuran 425 µm, yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran tepung gandum utuh yaitu 425 hingga >710 µm. Menurut Mejía-Terán A *et al.*

(2024) menyatakan bahwa ukuran partikel yang lebih kecil dapat meningkatkan daya cerna.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Formulasi perlakuan dari penelitian ini merupakan roti tawar *wholemeal* dengan substitusi 20% dan 40% tepung kacang Bogor. Roti tawar *wholemeal* dengan substitusi tepung kacang Bogor secara karakteristik fisik memiliki *hardness* 291-387 load/g; *weight loss* 12,58-12,94; volume roti 66-70 ml; volume spesifik 2,44-2,62 cm<sup>3</sup>/g; ukuran pori 3,55-3,85 mm; L\* 53,13-54,38, a\* 7,93-8,61; b\* 10,83-11,47. Roti tawar *wholemeal* dengan substitusi 20% tepung kacang Bogor memiliki tingkat kesukaan yang lebih tinggi, dan memiliki karakteristik kimia berupa kandungan air 34,76 g; abu 1,37 g; lemak 5,98 g; protein 11,49 g; karbohidrat 46,41 g; energi 285 kkal; IDF 4,8 g; SDF 2,2 g; TDF 6,9 g. Roti ini juga memiliki nilai indeks glikemik sebesar 61,1 dengan kategori moderat.

### Saran

Roti tawar *wholemeal* dengan substitusi 20% tepung kacang Bogor memiliki kandungan zat gizi dan nilai indeks glikemik yang menyerupai roti tawar *wholemeal* 100% gandum utuh, sehingga dapat menjadi alternatif pilihan untuk substitusi berbagai produk dan dapat menjadi salah satu pangan fungsional. Untuk penggunaan kacang Bogor mungkin bisa diolah dengan cara lain dan waktu perebusan dapat dikurangi agar tidak ada kemungkinan untuk meningkatnya daya cerna pati. Penelitian ini juga perlu analisis lebih lanjut terhadap kandungan gluten, amilosa, amilopektin, daya cerna pati. Selain itu, kacang Bogor kaya akan antioksidan yang dapat bermanfaat untuk menangkal radikal bebas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adeleke, Adiamo, Fawale, Olamiti. 2017. Effect of Soaking and Boiling on Anti-nutritional Factors, Oligosaccharide Contents and Protein Digestibility of Newly Developed Bambara Groundnut Cultivars. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 5(9):1006–1014.doi:10.24925/turjaf.v5i9.1006-1014.949.
- Anshory, Julianti, Khuzaimah, Wirawanti, Siddiq, Irawan, Sari, Kawareng, Majiding, Salsabilsa, et al. 2023. *Ilmu Bahan Makanan*. Padang: PT Global Eksekutif Teknologi.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2001. AOAC Official Method 2001.11 Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue), Grain, and Oilseeds.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2003. AOAC Official Method 2003.06 Crude Fat in Feeds, Cereal Grains, and Forages.
- Arif, Budiyanto, Hoerudin. 2013. Nilai Indeks Glikemik Produk Pangan dan Faktor-Faktor yang Memengaruhinya. *J. Litbang Pert.* 32(2).
- Ariva, Widyasanti, Nurjanah. 2020. Pengaruh Suhu Pengeringan terhadap Mutu Teh Cascara dari Kulit Kopi Arabika (*Coffea arabica*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 12(1):21–28.doi:10.17969/jtipi.v12i1.15744.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Impor 2021 Jilid I.
- Bressiani, Oro, Santetti, Almeida, Bertolin, Gómez, Gutkoski. 2017. Properties of Whole Grain Wheat Flour and Performance in Bakery Products as a Function of Particle Size. *J Cereal Sci.* 75:269–277.doi:10.1016/j.jcs.2017.05.001.

- Brookfield. *Brookfield LFRA Texture Analyzer Operating Instructions*.
- Budiarti, Swastawati, Rianingsih. 2016. Pengaruh Perbedaan Lama Perendaman dalam Asap Cair terhadap Perubahan Komposisi Asam Lemak dan Kolesterol Belut (*Monopterus albus*) Asap. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 5(1):125–135.
- Chinma, Ezeocha, Adedeji, Ayo-Omogie, Oganah-Ikujenyo, Anumba, Enimola, Adegoke, Alhassan, Adebo. 2023. Germinated Bambara Groundnut (*Vigna subterranea*) Flour as an Ingredient in Wheat Bread: Physicochemical, Nutritional, And Sensory Properties of Bread. *J Food Sci*. 88(6):2368–2384.doi:10.1111/1750-3841.16585.
- Damayanti, Bintoro, Setiani. 2020. Pengaruh Penambahan Tepung Komposit Terigu, Bekatul dan Kacang Merah Terhadap Sifat Fisik Cookies. *Journal of Nutrition College*. 9(3):1800186.
- Ginting, Meriahta, Manurung. 2020. Formulasi Tepung Sukun dan Formula Tempe dalam Pembuatan Biskuit pada Balita. *Ghidza: Jurnal Gizi dan Kesehatan*. 4(2):131–142.doi:10.22487/ghidza.v4i2.149.
- Giuntini EB, Sardá FAH, de Menezes EW. 2022. The Effects of Soluble Dietary Fibers on Glycemic Response: An Overview and Futures Perspectives. *Foods*. 11.doi:10.3390/foods11233934.
- Greene, Bovell-Benjamin. 2004. Macroscopic and Sensory Evaluation of Bread Supplemented with Sweet-Potato Flour. *J Food Sci*. 69(4):167–173.
- Handayani. 2017. Mutu Kimia dan Organoleptik Ubi Jalar Putih (*Ipomoea Batatas*) yang Difermentasi dalam Waktu yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 6(1):48–51.doi:10.17728/jatp.208.
- Haryanto, Sugiatmi, GantinaFitria Tristiyanti, Riza, Wisnu Wardhani, Riza, Wardhani, Rusesta. 2021. Direktori Perkembangan Konsumsi Pangan. Jakarta.
- Huang, Stipkovits, Zheng, Serventi, Brennan. 2019. Bovine Milk Fats and Their Replacers in Baked Goods: A Review. *Foods*. 8(9).doi:10.3390/foods8090383.
- Ide Masak. 2012. *Resep Favorit Anak Ala Resto Roti Tawar untuk Bekal Sekolah*. Hardiman I, editor. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [ISO] International Organization for Standardization. 2010. Food Products-Determination of The Glycaemic Index (GI) and Recommendation for Food Classification.
- [Kemenkes] Kementerian Kesehatan. 2019. Laporan Riskesdas 2018 Nasional. Jakarta.
- Kementerian Kesehatan RI. 2018. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2017*.
- Liu, Chen, Xu. 2018. The Effect of Partially Substituted Lupin, Soybean, and Navy Bean Flours on Wheat Bread Quality. *Food Nutr Sci*. 09(07):840–854.doi:10.4236/fns.2018.97063.
- Megazyme. 2017. Total Dietary Fiber Assay Procedur.
- Mejía-Terán A, Blanco-Lizarazo, Mateus, Sotelo-Díaz, Mejía-Terán D, Geffroy. 2024. Pretreatments and Particle Size on the Glycemic Index and Rheological and Functional Food Properties of Bean Flours. *Int J Food Sci*. 2024:1–14.doi:10.1155/2024/6336837.
- Munte, Lubis, Sinaga. 2019. Pengaruh Perbandingan Tepung Kacang Merah (*Phaseoulus vulgaris* L.) dengan Tepung Labu Kuning (*Cucurbita Moschata*) dan Suhu Pengeringan Terhadap Sifat Kimia dan Sensori Bubur Instan. *J.Rekayasa Pangan dan Pert*. 7(1).

- Onwuka. 2006. Soaking, Boiling and Antinutritional Factors in Pigeon Peas (*Cajanus Cajan*) and Cowpeas (*Vigna Unguiculata*). *J Food Process Preserv.* 30(5):616–630.
- Paradilla L, Nadia F, Meldasari Lubis Y. 2022. Analisis Keseragaman Pori Berdasarkan Uji Hedonik Pada Roti Sourdough Pisang dan Mocaf (Analisis Pore Uniformity Based on Hedonic Test on Banana Sourdough Bread and Mocaf). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian.* 7(2).
- Petrusha, Daschynska, Shulika. 2017. Development of The Measurement Method of Porosity of Bakery Products by Analysis of Digital Image. *Technology Audit and Production Teserves.* 2(3(40)):61–66.doi:10.15587/2312-8372.2018.129520.
- Ponelo, Bait, Ahmad. 2022. Pengaruh Penambahan Tepung Kacang Hijau Termodifikasi Annealling terhadap Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik Roti French Baquette. *Jambura Journal of Food Technology (JJFT).* 4(2).
- Prasadi, Joye. 2020. Dietary Fibre from Whole Grains and Their Benefits on Metabolic Health. *Nutrients.* 12(10):1–20.doi:10.3390/nu12103045.
- Puspita, Harini, Winarsih. 2021. Karakteristik Kimia dan Organoleptik Biskuit dengan Penambahan Tepung Kacang Kedelai (*Glycine max*) dan Tepung Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis*). *Food Technology and Halal Science Journal.* 4(1):52–65.doi:10.22219/fths.v4i1.15627.
- Rahayu, Fidyasari. 2022. Organoleptic and Dietary Fiber Quality of Black Pigeon Pea Flour as Bioencapsulation Material. *Jurnal Inovasi Penelitian.* 3(4).
- Redjeki. 2019. Pengembangan Ekonomi Desa Berbasis Pertanian Kacang Bambara. *Prosiding Temu Ilmiah Nasional Tahun 2019.*:439–450.
- Rehman, Shah. 2005. Thermal Heat Processing Effects on Antinutrients, Protein and Starch Digestibility of Food Legumes. *Food Chem.* 91(2):327–331.doi:10.1016/j.foodchem.2004.06.019.
- Sachriani S, Yulianti Y. 2021. Analisis Kualitas Sensori dan Kandungan Gizi Roti Tawar Tepung Oatmeal Sebagai Pengembangan Produk Pangan Fungsional. *JST (Jurnal Sains Terapan).* 7(2):26–35.doi:10.32487/jst.v7i2.1235.
- Salsabila, Agustin, Budiati. 2022. Pengaruh Penambahan Tepung Daun Katuk Terhadap Kualitas Organoleptik dan Fisik Roti Tawar. *JOFE : Journal of Food Engineering.* 1(2):66–79.doi:10.25047/jofe.v1i2.3179.
- Shittu, Raji, Sanni. 2007. Bread from Composite Cassava-Wheat flour: I. Effect of Baking Time and Temperature on Some Physical Properties of Bread Loaf. *Food Research International.* 40(2):280–290.doi:10.1016/j.foodres.2006.10.012.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 1992. Cara Uji Makanan dan Minuman.
- Tunjungsari, Fathonah. 2019. Pengaruh Penggunaan Tepung Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata*) terhadap Kualitas Organoleptik dan Kandungan Gizi Biskuit. *TEKNOBUGA.* 7(2):110–118.
- Wardawati, Sulaiman, Suhammi, Sebba, Zulkifli, Dina, Rifai, Alawiyah, Asmuni, Haerani, et al. 2022. *Dasar-Dasar Ilmu Gizi.* Aceh: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Wibowo RA. 2016. *Koleksi Resep Cake Populer Bolu, Kue Kering & Roti.* Jakarta: Kawan Pustaka.
- Yunieta, Sutrisno. 2018. Penggunaan Pasta Ubi Kayu (*Manihot esculenta Crantz*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Cake (Kajian Teknik Pembuatan Cake dan Jenis Lemak). *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 6(2):1–12.
- Yustina, Nurhasanah, Antarlina. 2021. Karakterisasi Muffin Sorghum (*Sorghum bicolor*) Varietas KD 4 dengan Perlakuan Perendaman Biji dan Konsentrasi Tepung Sorgum. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian.* 18(1):37–44.