

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 ^a	61,1±5,02 ^a

Keterangan:

F_x a : b = tepung gandum utuh : tepung kacang Bogor. ^{a,b,c}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 pencernaan pati. Begitu juga dengan ditambahkan ukuran tepung kacang Bogor yang berukuran 425 μ m, yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran tepung gandum utuh yaitu 425 hingga >710 μ m. 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 cm³/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 kadungan 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 lanjutan 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 Antinutritional 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, Sugiati, 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 (*Phaseolus 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, Suharmi, 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.