

Pemanfaatan susu kacang pada pembuatan roti tawar dilihat dari karakteristik fisikokimianya

Utilization of milk from legumes in the making of bread seen from its physicochemical characteristics

Benedicta Miquella Adisty Wulandari¹⁾, Monika Rahardjo^{1)*}, Monang Sihombing¹⁾

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Satya Wacana

*Email korespondensi: monika.rahardjo@uksw.edu

Informasi artikel:

Dikirim: 20/07/2024; disetujui: 20/01/2025; diterbitkan: 30/03/2025

ABSTRACT

Commercially sold white bread is often enriched with cow's milk in its formulation, which is often avoided by vegetarians. Hence the need for alternative bread products that use plant-based ingredients. Alternatives to cow's milk, namely plant-based milks, have gained popularity due to their various health benefits. Milk made from nuts has been identified as a suitable alternative for individuals allergic to cow's milk or those seeking plant-based options due to lifestyle. Therefore, this study aimed to utilize nut milk in the manufacture of white bread in terms of its physicochemical characteristics. The research method consists of four steps, namely making nut milk, making white bread, physicochemical analysis, and statistical analysis. In this study, bread texture was tested with the parameters of hardness, cohesiveness, springiness, gumminess, chewiness, fracture force, adhesive force, adhesiveness and stiffness. However, after statistical analysis using ANOVA (Analysis of Variance) on these parameters, there was parameter that did not have significant differences, namely the fracture force parameter. While in the proximate analysis, all parameters (carbohydrate, protein, fat, water, and ash) had significant differences after statistical analysis using ANOVA. It can be concluded that milk made from legumes can be utilized as an alternative to cow's milk in making bread.

Keywords: *bread, legumes, milk, proximate, texture*

ABSTRAK

Roti tawar yang dijual secara komersial kerap kali merupakan roti yang telah diperkaya dengan susu sapi dalam formulasinya, sehingga kerap kali dihindari oleh para vegetarian. Oleh karena itu diperlukan produk roti alternatifnya yang menggunakan bahan-bahan nabat. Alternatif pengganti susu sapi, yaitu susu nabati, telah mendapatkan popularitas karena berbagai manfaat kesehatannya. Susu yang terbuat dari kacang telah diidentifikasi sebagai alternatif yang cocok untuk individu yang alergi terhadap susu sapi atau mereka yang mencari pilihan nabati karena gaya hidup. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan susu kacang pada pembuatan roti tawar dilihat dari karakteristik fisikokimianya. Metode penelitian terdiri dari empat langkah yaitu pembuatan susu kacang, pembuatan roti tawar, analisa fisikokimia, dan analisa statistik. Pada penelitian ini dilakukan pengujian tekstur roti dengan parameter *hardness, cohesiveness, springiness, gumminess, chewiness, fracture force, adhesive force, adhesiveness* dan *stiffness*. Namun, setelah dilakukan analisis statistik

menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) pada parameter-parameter tersebut, terdapat parameter yang tidak mempunyai perbedaan yang signifikan, yaitu pada parameter *fracture force*. Sedangkan pada analisis proksimat, semua parameter (karbohidrat, protein, lemak, air, dan abu) mempunyai perbedaan yang signifikan setelah dilakukan analisis statistik menggunakan ANOVA. Dapat disimpulkan bahwa susu yang terbuat dari bahan kacang-kacangan dapat dimanfaatkan sebagai alternatif susu sapi dalam pembuatan roti.

Kata kunci : kacang, proksimat, roti, susu, tekstur

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang penduduknya mempunyai makanan pokok beras, namun pada tahun-tahun terakhir mengalami perubahan pola makan. Menurut penelitian, konsumsi roti dan roti manis di Indonesia meningkat dari 2,3 gram per kapita per hari pada tahun 2013 menjadi 3,17 gram per kapita per hari pada tahun 2017 (Savitri *et al.*, 2021). Selain itu, studi yang dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan pendapatan dan tingkat pendidikan berpengaruh positif terhadap konsumsi roti, yang mencerminkan peningkatan kesadaran akan kesehatan dan kualitas hidup di antara individu (2).

Pada tahun-tahun terakhir ini juga terdapat banyak bukti yang mendukung tren peningkatan gaya hidup vegetarian. Penelitian telah menunjukkan peningkatan prevalensi vegetarian dan vegan selama bertahun-tahun (Wozniak *et al.*, 2020), di mana tren ini terutama terlihat di negara-negara Barat (Allès *et al.*, 2017). Indonesia pun sudah mulai banyak mengadopsi gaya hidup vegetarian ini (Sebastiani *et al.*, 2019). Popularitas pola makan vegetarian dan vegan telah dikaitkan dengan berbagai manfaat kesehatan, terutama dalam hal kesehatan jantung (Jafari *et al.*, 2021). Pergeseran gaya hidup ke arah vegetarian tidak hanya didorong oleh pertimbangan kesehatan tetapi juga oleh masalah etika dan lingkungan. Penghindaran produk hewani telah dikaitkan dengan peningkatan kepedulian terhadap hak-hak dan kesejahteraan hewan (Izmirli dan Phillips, 2011). Selain itu, meningkatnya tren veganisme dan vegetarianisme dapat mempengaruhi konsumen untuk mengganti produk hewani dengan alternatif nabati (El

Azrak dan Charlebois, 2020).

Roti tawar yang telah dijual secara komersial kerap kali merupakan roti yang telah diperkaya dengan susu sapi dalam formulasinya. Untuk para vegetarian tentu saja akan menghindari produk roti semacam ini, sehingga perlu dibuat produk roti alternatifnya yang menggunakan bahan-bahan nabati. Alternatif pengganti susu sapi, yaitu susu nabati, telah mendapatkan popularitas karena berbagai manfaat kesehatannya. Susu yang terbuat dari kacang telah diidentifikasi sebagai alternatif yang cocok untuk individu yang alergi terhadap susu sapi atau mereka yang mencari pilihan nabati karena gaya hidup (Sethi *et al.*, 2016).

Penelitian telah menunjukkan bahwa susu kacang kaya akan protein, mineral, dan asam lemak esensial seperti asam linoleat dan oleat, yang membuatnya sangat berharga dalam nutrisi manusia. Selain itu, susu kacang telah ditemukan memiliki kandungan asam lemak tak jenuh yang lebih tinggi dibandingkan dengan susu sapi, menjadikannya pilihan yang lebih sehat dalam hal profil asam lemak (Elsabie dan Einen, 2016). Perbedaan komposisi asam lemak ini dapat berkontribusi pada potensi manfaat kesehatan dari susu kacang dibandingkan susu sapi.

Di Indonesia, terdapat berbagai jenis kacang-kacangan yang memiliki potensi untuk dapat diolah sebagai susu kacang. Kacang-kacangan seperti kacang merah, kacang hijau, kacang tanah, kacang tunggak, kacang polong, dan kedelai merupakan contoh kacang-kacangan yang banyak ditemukan di Indonesia. Kacang-kacangan ini memiliki nilai gizi yang tinggi, seperti kandungan protein yang signifikan, dan berbagai khasiat yang bermanfaat untuk

diaplikasikan pada produk pangan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan susu kacang pada pembuatan roti tawar dilihat dari karakteristik fisikokimianya.

METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah bahan produksi roti dan bahan analisis. Bahan produksi roti meliputi tepung gandum putih merk Cakra Kembar, air, garam merk Dolphin, ragi instan merk Saf Instant Gold, margarin merk Blueband, *ubi ungu* dan *ubi Cilembu*. Bahan analisis meliputi n-heksana (Merck; 99,9%), H₂SO₄ (Merck; 99,9%), NaOH (Merck; 99,9%).

Alat

Peralatan utama yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari peralatan produksi roti dan peralatan analisis. Peralatan produksi roti meliputi standing mixer merk Sinmag B-10, oven merk Mitochiba MO-888, loyang roti merk Sanneng. Peralatan analisis meliputi peralatan Analisa proksimat (cawan porselen, krus tang, timbangan analitik KERN ABS 220-4, eksikator, Bunsen, tanur listrik, labu Kjeldahl, labu Soxhlet, Erlenmeyer, labu ukur, gelas ukur) dan Analisa tekstur yang menggunakan Texture Analyzer Lloyd TA Plus.

Metode penelitian

Metode penelitian terdiri dari empat langkah yaitu pembuatan susu kacang, pembuatan roti tawar, analisa fisikokimia, dan analisa statistik.

Pembuatan susu kacang

Susu kacang dibuat mengikuti langkah

-langkah berikut (Afroz *et al.*, 2016): pertama-tama kacang direndam dalam air selama 10-12 jam. Sejumlah sodium bikarbonat (0,3%) ditambahkan dalam air dengan tujuan untuk menghilangkan rasa pahit dan menyingkirkan faktor-faktor anti gizi (inhibitor tripsin). Kacang yang sudah direndam kemudian dipisahkan dengan kulitnya dan dicuci dengan air mengalir. Kacang yang sudah bersih dari kulit kemudian digiling bersama dengan 1000 ml air menggunakan *blender* selama 10-15 menit dengan kecepatan rendah. Larutan susu kacang kemudian disaring menggunakan kain penyaring untuk memisahkan dari residu. Susu kacang kemudian dipanaskan pada suhu 100°C selama 10-15 menit dan diaduk selama proses. Susu kacang kemudian didinginkan sampai suhu ruang dan siap digunakan untuk pengolahan roti.

Pembuatan roti tawar

Dalam pembuatan roti tawar terdapat empat bahan penting yaitu tepung roti, garam, margarin, dan air. Formula pembuatan adonan roti dapat dilihat pada Tabel 1. Pertama-tama bahan kering dan bahan basah dicampur (kecuali garam dan margarin) dan diuleni sampai setengah kalis. Adonan setengah kalis kemudian ditambahkan garam dan margarin kemudian diuleni sampai kalis dengan melakukan pengecekan *window pane*. Adonan kemudian dimasukkan dalam wadah tertutup dan dibiarkan terfermentasi selama 30 menit. Setelah itu, adonan dikeluarkan dari wadah dan dibentuk ulang, kemudian dimasukkan ke dalam loyang. Setelah itu adonan roti dipanggang pada suhu 180°C selama 25 menit sampai permukaan roti berwarna coklat keemasan.

Tabel 1. Formula adonan roti tawar

Bahan	Persentase	Berat
Tepung gandum	100%	300 g
Garam	2%	6 g
Gula	10%	30 g
Susu Kacang	50%	150 g
Margarin	10%	50 g

Analisis fisikokimia

Analisis fisikokimia meliputi analisis tekstur dan analisis proksimat. Analisis tekstur dilakukan menggunakan *Texture Analyzer* (Lloyd TA Plus) sesuai dengan prosedur yang dilakukan oleh (Kulthe *et al.*, 2014). Analisis proksimat menggunakan metode dari (AOAC, 2002) sedangkan untuk kandungan serat (%) menggunakan metode dari (AACC, 2000).

Analisis statistik

Data yang diperoleh dari penelitian ini akan dianalisis menggunakan analysis of variance (ANOVA) dengan tingkat kesalahan $\alpha=5\%$ untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh yang signifikan dari setiap parameter pengujian. Jika hasil analisis ANOVA menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan, maka akan dilanjutkan dengan Duncan's Multiple Range Test pada $\alpha=5\%$ untuk menentukan taraf perlakuan mana yang memberikan perbedaan nyata. Uji ini bertujuan untuk membandingkan rata-rata hasil antar taraf perlakuan dan menentukan apakah perbedaan tersebut signifikan. Keseluruhan pengujian statistik akan dibantu dengan menggunakan software IBM SPSS Statistics 29, yang merupakan salah satu software statistik yang paling populer dan handal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis fisik

Tekstur roti mencakup berbagai aspek seperti konsistensi remah roti, distribusi ukuran gelembung gas, dan lain-lain. Tekstur roti berkaitan erat dengan komposisi dan metode pengolahannya, misalnya, roti dengan volume tinggi cenderung memiliki tekstur yang lembut dan porositas yang tinggi, sedangkan roti dengan kepadatan tinggi lebih padat dan teksturnya lebih keras (Yamsaengsung *et al.*, 2010). Mengevaluasi tekstur roti melibatkan pengukuran parameter seperti kekenyalan remah, kekakuan, dan elastisitas relatif dengan menggunakan metode standar. Pada penelitian ini dilakukan pengujian tekstur roti dengan parameter *hardness*, *cohesiveness*, *springiness*, *gumminess*, *chewiness*, *fracture force*, *adhesive force*, *adhesiveness* dan *stiffness*. Namun, setelah dilakukan analisis statistik menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) pada parameter-parameter tersebut, terdapat parameter yang tidak mempunyai perbedaan yang signifikan, yaitu pada parameter *fracture force*. Hasil analisis tekstur roti dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis tekstur roti

Parameter	Susu Sapi	Susu Kacang Kedelai	Susu Kacang Hitam	Susu Kacang Merah	Susu Kacang Hijau
<i>Hardness</i> (gf)	260,02 ± 24,78 ^{1,2}	248,15 ± 29,00 ¹	241,47 ± 14,13 ¹	288,91 ± 30,81 ²	411,04 ± 31,37 ³
<i>Cohesiveness</i>	0,10 ± 0,02 ²	0,04 ± 0,02 ¹	0,07 ± 0,02 ¹	0,10 ± 0,01 ²	0,06 ± 0,03 ¹
<i>Springiness</i> (mm)	8,25 ± 2,05 ^{1,2}	5,49 ± 1,79 ¹	7,061 ± 0,81 ^{1,2}	9,30 ± 1,04 ^{1,2}	10,75 ± 6,24 ²
<i>Gumminess</i> (gf)	27,00 ± 7,23 ²	9,84 ± 5,37 ¹	16,25 ± 5,57 ¹	29,54 ± 5,40 ²	25,90 ± 11,19 ²
<i>Chewiness</i> (Nmm)	2,27 ± 1,08 ^{1,2}	0,59 ± 0,48 ¹	1,23 ± 0,48 ^{1,2}	2,71 ± 0,59 ^{1,2}	3,25 ± 1,74 ²
<i>Adhesive Force</i> (kgf)	0,04 ± 0,01 ³	0,01 ± 0,00 ¹	0,01 ± 0,00 ¹	0,03 ± 0,01 ²	0,03 ± 0,01 ²
<i>Adhesiveness</i> (kgf.mm)	0,08 ± 0,05 ²	0,00 ± 0,00 ¹	0,02 ± 0,00 ¹	0,04 ± 0,03 ^{1,2}	0,04 ± 0,03 ^{1,2}
<i>Stiffness</i> (kgf/mm)	0,03 ± 0,00 ¹	0,03 ± 0,00 ¹	0,04 ± 0,01 ¹	0,04 ± 0,01 ¹	0,05 ± 0,01 ²

Keterangan: Angka *superscript* yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($\alpha = 5\%$).

Pada parameter *hardness* atau tingkat kekerasan roti, penggunaan susu kacang kedelai, kacang hitam dan kacang merah pada formulasi roti tidak berbeda nyata dengan penggunaan susu sapi. Namun, formulasi roti dengan susu kacang hijau

mempunyai tingkat kekerasan yang berbeda nyata dan nilainya paling tinggi dibandingkan dengan formulasi lainnya. Tingginya parameter tekstur *hardness* pada roti yang dibuat menggunakan susu kacang hijau dapat dikaitkan dengan sifat pati

kacang hijau dan kekuatan pembentukan gel tepung kacang hijau, Penelitian oleh (No dan Shin, 2016) menunjukkan bahwa komposisi pati kacang hijau dapat meningkatkan sifat tekstur terutama tingkat *hardness*. Penelitian lain juga menelaah bahwa kekuatan pembentukan gel dari pati kacang hijau secara signifikan berdampak pada tekstur produk seperti roti (Kwon *et al.*, 2021).

Tingkat *cohesiveness* atau kekompakan tekstur roti mengacu pada sejauh mana massa roti menyatu selama dikunyah. Semakin tinggi *cohesiveness* pada tekstur roti menunjukkan bahwa roti tersebut memiliki kemampuan untuk membentuk bolus saat dikunyah dan tidak mudah hancur, yang merupakan kualitas yang diinginkan karena dapat meningkatkan pengalaman makan yang lebih baik (Martinez *et al.*, 2013) sehingga umumnya roti dengan nilai *cohesiveness* tinggi lebih disukai. Pada penelitian ini, uji *cohesiveness* roti yang menggunakan susu kacang merah tidak berbeda nyata dengan roti yang menggunakan susu sapi, sedangkan roti yang menggunakan susu kacang hitam, kedelai, dan hijau mempunyai nilai *cohesiveness* di bawah keduanya. Dari segi nilai *cohesiveness*, susu kacang merah lebih baik dibandingkan dengan susu kacang kedelai, hitam dan hijau karena mempunyai nilai *cohesiveness* yang lebih tinggi dan setara dengan susu sapi. Pemanfaatan kacang merah telah diamati dapat meningkatkan kekompakan pada roti (Manonmani *et al.*, 2014). Selain itu, penggabungan kacang merah pada tingkat yang berbeda telah dipelajari, menunjukkan efek pada karakteristik gizi, sensorik, dan tekstur roti beragi, yang selanjutnya menunjukkan potensinya untuk mempengaruhi kualitas fisikokimia dan sensorik roti (Nasution dan Simanungkalit, 2023).

Parameter *springiness* atau *kelenturan* pada tekstur roti mengacu pada kemampuan roti untuk kembali ke bentuk semula setelah melalui kompresi. Nilai *kelenturan* yang tinggi diinginkan karena berkontribusi pada produk yang segar dan elastis, yang biasanya mengindikasikan roti berkualitas tinggi

(Matos dan Rosell, 2012). Pada penelitian ini nilai *springiness* paling tinggi adalah pada roti yang memanfaatkan susu kacang hijau, namun tidak berbeda nyata dengan roti dengan susu sapi. Penambahan kacang hijau dalam adonan roti meningkatkan kandungan protein dalam roti. Peningkatan kandungan protein ini menyebabkan peningkatan tekstur, salah satunya *kelenturan* pada produk akhir (Liu *et al.*, 2018). Selain itu, penambahan kacang hijau pada formulasi mengencerkan gluten dalam adonan yang berkontribusi pada kekenyalan roti (Aryashad *et al.*, 2023).

Gumminess merupakan parameter penting yang mewakili tingkat kelengketan dan kekenyalan yang dialami konsumen saat mengkonsumsi roti. Semakin tinggi nilai *gumminess* pada roti mengindikasikan bahwa roti akan membutuhkan lebih banyak tenaga untuk pecah saat dikunyah dan memiliki kekuatan internal remah yang lebih tinggi. Hal ini dapat menyebabkan efek negatif pada skor kesukaan terhadap kelembutan remah roti (Sawettanun dan Ogawa, 2022). Tingginya nilai *gumminess* pada roti dapat disebabkan oleh modifikasi struktur pati karena aktivasi α -amilase, seperti yang diamati pada proses perkecambahan lentil (Atudorei *et al.*, 2022). Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa roti yang menggunakan susu kacang kedelai pada formulasinya mempunyai nilai *gumminess* paling kecil, namun tidak berbeda nyata dengan roti yang memanfaatkan susu kacang hitam. Sedangkan roti dengan susu sapi, susu kacang merah, dan susu kacang hijau memperoleh nilai *gumminess* yang lebih tinggi.

Chewiness atau tingkat kekenyalan adalah parameter penting dalam mengevaluasi tekstur roti, yang mewakili ketahanan terhadap perubahan bentuk saat roti dikunyah. Ketika parameter *chewiness* pada roti tinggi, ini menandakan bahwa roti tersebut membutuhkan lebih banyak usaha untuk dikunyah dan memiliki konsistensi yang lebih elastis dan kenyal. Kekenyalan pada roti merupakan salah satu atribut yang diinginkan yang dapat mempengaruhi preferensi konsumen secara signifikan.

Penelitian menunjukkan bahwa tekstur yang lembut dan kenyal umumnya disukai oleh konsumen (Gorman *et al.*, 2023). Pada penelitian ini roti yang menggunakan susu kacang hijau memperoleh nilai *chewiness* yang paling tinggi, namun tidak berbeda nyata dengan susu sapi, susu kacang merah, dan susu kacang hitam. Sedangkan untuk roti yang menggunakan susu kacang kedelai memperoleh nilai *chewiness* yang paling kecil.

Adhesive force (daya rekat) dan *adhesiveness* (kelengketan) pada roti merupakan parameter yang berkontribusi pada pengalaman sensori secara keseluruhan saat mengonsumsi roti. *Adhesiveness* pada tekstur roti mengacu pada sejauh mana sampel roti menempel di langit-langit mulut (Gao *et al.*, 2015). Hal ini merupakan faktor penting dalam mengevaluasi kualitas roti, terutama dalam hal evaluasi tekstur. *Adhesive force* berkaitan dengan kelengketan yang dirasakan saat mengonsumsi roti secara keseluruhan (Carson *et al.*, 2002). Penelitian telah menunjukkan bahwa nilai daya rekat yang rendah dan seragam umumnya diinginkan untuk roti (Dong *et al.*, 2024). Pada penelitian ini diperoleh hasil roti yang menggunakan susu kacang mempunyai nilai *adhesive force* dan *adhesiveness* yang

lebih kecil dibandingkan dengan roti yang menggunakan susu sapi, namun *adhesiveness* susu kacang merah dan susu kacang hijau tidak berbeda nyata dengan susu sapi.

Stiffness atau kekakuan pada tekstur roti mengacu pada ketahanan remah roti terhadap deformasi atau kompresi. Apabila tekstur roti memiliki tingkat kekenyalan yang tinggi, ini menandakan bahwa roti tersebut memiliki struktur yang lebih kencang dan tidak terlalu elastis. Tekstur roti yang kaku dapat memberikan efek yang beragam pada kualitasnya. Apabila roti menunjukkan kekakuan yang tinggi, hal ini sering kali berkorelasi dengan peningkatan elastisitas (Wiedemair *et al.*, 2022). Hal ini dapat menghasilkan roti yang lebih kencang dan lebih tahan terhadap deformasi. Pada penelitian ini roti yang menggunakan susu kacang hijau mempunyai nilai paling tinggi untuk parameter *stiffness* dan berbeda nyata dengan roti formulasi lainnya.

Analisis kimia

Pada penelitian ini dilakukan analisis kimia secara proksimat. Hasil analisis proksimat dapat dilihat pada Tabel 3. Semua parameter proksimat mempunyai perbedaan yang signifikan setelah dilakukan analisis statistik menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*).

Tabel 3. Hasil analisis proksimat roti

Parameter	Susu Sapi	Susu Kacang Kedelai	Susu Kacang Hitam	Susu Kacang Merah	Susu Kacang Hijau
Karbohidrat (%)	44,12 ± 0,27 ^{2,3}	43,49 ± 0,41 ²	40,32 ± 0,49 ¹	44,83 ± 0,7 ³	43,51 ± 0,69 ²
Protein (%)	13,04 ± 0,23 ³	10,29 ± 0,09 ¹	13,57 ± 0,09 ⁴	11,52 ± 0,19 ²	13,76 ± 0,19 ⁴
Lemak (%)	5,35 ± 0,16 ³	5,23 ± 0,52 ³	5,52 ± 0,21 ³	4,55 ± 0,18 ²	3,96 ± 0,29 ¹
Air (%)	36,29 ± 0,41 ¹	39,89 ± 0,78 ³	39,80 ± 0,20 ³	38,26 ± 0,40 ²	37,90 ± 0,60 ²
Abu (%)	1,21 ± 0,03 ²	1,11 ± 0,02 ²	0,78 ± 0,03 ¹	0,85 ± 0,07 ¹	0,87 ± 0,06 ¹

Keterangan: Angka *superscript* yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($\alpha = 5\%$).

Pada parameter kadar karbohidrat, hanya roti dengan susu kacang hitam yang mempunyai nilai berbeda nyata dengan susu sapi, sedangkan untuk roti dengan jenis kacang lainnya tidak berbeda nyata. Roti dengan susu kacang hitam mempunyai nilai karbohidrat terendah dibandingkan dengan formulasi lainnya. Kandungan karbohidrat yang rendah pada roti yang dibuat dengan

susu kacang hitam dapat dikaitkan dengan komposisi kacang hitam itu sendiri. Kacang hitam diketahui memiliki kandungan protein yang tinggi, yang dapat mempengaruhi komposisi roti secara keseluruhan ketika dimasukkan (Mariscal Moreno *et al.*, 2021). Selain itu, kacang hitam mengandung sejumlah besar serat makanan, yang dapat berkontribusi untuk mengurangi kandungan

karbohidrat pada produk akhir (Espinosa Páez *et al.*, 2017). Selain itu, penambahan air atau ekstrak kacang hitam pada formulasi roti telah terbukti tidak secara signifikan mempengaruhi sifat pemanggangan, yang mengindikasikan bahwa pengurangan karbohidrat melekat pada kacang hitam itu sendiri (Chávez-Santoscoy *et al.*, 2016).

Roti dengan susu kacang hijau mempunyai nilai protein tertinggi dibandingkan dengan susu sapi dan susu kacang lainnya. Kandungan protein yang tinggi pada roti yang dibuat dengan susu kacang hijau dapat dikaitkan dengan sifat kacang hijau yang kaya protein. Kacang hijau diketahui mengandung kandungan protein mulai dari 19,5% hingga 33,1% (Chen *et al.*, 2023). Kandungan protein yang tinggi ini disebabkan oleh kacang hijau yang kaya akan asam amino, terutama lisin, dan memiliki ikatan hidrofilik yang berkontribusi pada daya ikat air yang tinggi (Zhu *et al.*, 2018).

Kadar lemak pada roti dengan susu sapi, susu kacang kedelai dan susu kacang hitam tidak berbeda nyata, sedangkan roti susu kacang hijau nilai kadar lemaknya paling rendah. Kacang hijau dikenal memiliki kandungan lemak yang rendah dibandingkan dengan bahan lain yang biasa digunakan dalam pembuatan roti, seperti kacang kedelai (Mayachiew *et al.*, 2015). Penelitian lain menunjukkan bahwa ketika kacang hijau digunakan sebagai bahan dalam produk makanan seperti kue atau pengental daging, tepung kacang hijau cenderung mengurangi kandungan lemak pada produk akhir ((Aini *et al.*, 2022); (Kenawi *et al.*, 2009)). Selain itu, kacang hijau kaya akan protein dan pati tetapi rendah lemak, yang berkontribusi pada profil gizi secara keseluruhan (Wang *et al.*, 2022).

Pada parameter kadar air, roti dengan susu sapi mempunyai kadar air paling rendah dibandingkan dengan roti dengan susu kacang, dan roti dengan susu kacang kedelai mempunyai kadar air yang paling tinggi. Kadar air pada roti merupakan faktor penting yang memengaruhi umur simpannya. Penelitian menunjukkan bahwa kadar air

yang lebih tinggi pada roti dikaitkan dengan peningkatan umur simpan dan penundaan retrogradasi pati (Karrar, 2020). Mempertahankan kadar air yang lebih tinggi pada roti selama penyimpanan telah terbukti menghasilkan umur simpan yang lebih lama dibandingkan dengan roti dengan kadar air yang lebih rendah (Martins *et al.*, 2021).

Kadar abu dalam roti, yang ditentukan melalui analisis proksimat, merupakan parameter penting yang mencerminkan kandungan mineral yang ada dalam sampel roti. Kadar abu menunjukkan kandungan mineral total yang tersisa setelah pembakaran sempurna bahan organik di dalam roti. Pada penelitian ini diperoleh hasil kadar abu untuk roti dengan susu sapi mempunyai nilai tertinggi dibandingkan formulasi roti dengan susu kacang namun hasilnya tidak berbeda nyata dengan roti yang menggunakan susu kacang kedelai. Susu sapi dikenal sebagai sumber yang kaya akan berbagai mineral seperti kalsium, kalium, dan magnesium (Singh *et al.*, 2019). Di sisi lain, susu kedelai, alternatif nabati untuk susu sapi, juga mengandung mineral yang penting bagi kesehatan manusia, meskipun dalam konsentrasi yang berbeda dibandingkan dengan susu sapi yaitu zat besi, seng, dan protein (Folake *et al.*, 2022).

KESIMPULAN

Susu yang terbuat dari bahan kacang-kacangan dapat dimanfaatkan sebagai alternatif susu sapi dalam pembuatan roti. Pada penelitian ini dilakukan pengujian tekstur roti dengan parameter *hardness*, *cohesiveness*, *springiness*, *gumminess*, *chewiness*, *fracture force*, *adhesive force*, *adhesiveness* dan *stiffness*. Namun, setelah dilakukan analisis statistik menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) pada parameter-parameter tersebut, terdapat parameter yang tidak mempunyai perbedaan yang signifikan, yaitu pada parameter *fracture force*. Sedangkan pada analisis proksimat, semua parameter (karbohidrat, protein, lemak, air, dan abu) mempunyai perbedaan yang signifikan setelah dilakukan

analisis statistik menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga sebagai penyandang dana untuk Hibah Penelitian 2024 sehingga penelitian ini bisa berjalan dan terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- AACC. (2000). *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists* (AACC, Ed.; 10th ed.). AACC.
- Afroz, F., Anjum, W., Nurulislam, M., Kabir, M., Hossain, K., dan Sayed, A. (2016). Preparation of Soymilk Using Different Methods. *Food and Nutrition Sciences*, 4, 11–17.
- Aini, N., Sustriawan, B., Mela, E., dan Lestari, L. (2022, January 1). *Physical and Chemical Properties of Corn-Almond Cookies Affected by Mung Bean Supplementation and Source of Fat*.
<https://doi.org/10.2991/absr.k.220101.010>
- Allès, B., Baudry, J., Méjean, C., Touvier, M., Péneau, S., Hercberg, S., dan Kesse-Guyot, E. (2017). Comparison of Sociodemographic and Nutritional Characteristics between Self-Reported Vegetarians, Vegans, and Meat-Eaters from the NutriNet-Santé Study. *Nutrients*, 9, 1023.
<https://doi.org/10.3390/nu9091023>
- AOAC. (2002). Guidelines for single laboratory validation of chemical methods for dietary supplements and botanicals. *AOAC International*, 1–38.
- Aryashad, M., Sadeghi, A., Nouri, M., Ebrahimi, M., Kashaninejad, M., dan Aalami, M. (2023). Use of fermented sprouted mung bean (*Vigna radiata*) containing protective starter culture LAB to produce clean-label fortified wheat bread. *International Journal of Food Science dan Technology*, 58(6), 3310–3320.
<https://doi.org/10.1111/ijfs.16236>
- Atudorei, D., Mironeasa, S., dan Codina, G. (2022). Effects of Germinated Lentil Flour on Dough Rheological Behavior and Bread Quality. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11.
<https://doi.org/10.3390/foods11192982>
- Carson, L., Sun, X., Setser, C., dan Peng, Y. (2002). Assessing Food Firmness Using an Electronic Sensing System with a Model Food System. *Journal of Texture Studies*, 33(5), 389–399.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2002.tb01355.x>
- Chávez-Santoscoy, R. A., Lazo-Vélez, M. A., Serna-Sáldivar, S. O., dan Gutiérrez-Urbe, J. A. (2016). Delivery of Flavonoids and Saponins from Black Bean (*Phaseolus vulgaris*) Seed Coats Incorporated into Whole Wheat Bread. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(2), 222.
<https://doi.org/10.3390/ijms17020222>
- Chen, X., Ye, H., Wen, P., Shen, M., dan Xie, J. (2023). Novel Antioxidant Protein Hydrolysates from Mung Bean (*Vigna radiata*): Structural Elucidation, Antioxidant Activity, and Molecular Docking Study. *ACS Food Science dan Technology*, 3(12), 2238–2249.
<https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.3c00444>
- Dong, Y., Chidar, E., dan Karboune, S. (2024). *Investigation of in Situ and Ex Situ Mode of Lactic Acid Bacteria Incorporation and the Effect on Dough Extensibility, Bread Texture and Flavor Quality During Shelf-Life*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.4825376>
- El Azrak, L., dan Charlebois, S. (2020). The Impact of Veganism/Vegetarianism on Animal Welfare Policy. *Journal of Public Management Research*, 6, 12.
<https://doi.org/10.5296/jpmr.v6i2.17750>
- Elsabie, W., dan Einen, K. (2016). Comparative Evaluation of Some

- Physicochemical Properties for Different Types of Vegan Milk with Cow Milk. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 7, 457–461. <https://doi.org/10.21608/jfds.2016.46060>
- Espinosa Páez, E., Alanis-Guzmán, M., Hernández-Luna, C., Báez-González, J., Amaya-Guerra, C., dan Andrés, A. (2017). Increasing Antioxidant Activity and Protein Digestibility in *Phaseolus vulgaris* and *Avena sativa* by Fermentation with the *Pleurotus ostreatus* Fungus. *Molecules*, 22, 2275. <https://doi.org/10.3390/molecules22122275>
- Folake, I.-A., Fogliano, V., dan Linnemann, A. (2022). Turmeric-Fortified Cow and Soya Milk: Golden Milk as a Street Food to Support Consumer Health. *Foods*, 11, 558. <https://doi.org/10.3390/foods11040558>
- Gao, J., Wong, J., Lim, J., Henry, J., dan Zhou, W. (2015). Influence of bread structure on human oral processing. *Journal of Food Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.07.022>
- Gorman, M., Moss, R., Barker, S., Falkeisen, A., Knowles, S., dan McSweeney, M. (2023). Consumer perception of salt-reduced bread with the addition of brown seaweed evaluated under blinded and informed conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12473>
- Izmirli, S., dan Phillips, C. (2011). The relationship between student consumption of animal products and attitudes to animals in Europe and Asia. *British Food Journal*, 113, 436–450. <https://doi.org/10.1108/00070701111116482>
- Jafari, S., Hezaveh, E., Jalilpiran, Y., Jayedi, A., Wong, A., Safaiyan, A., dan Barzegar, A. (2021). Plant-based diets and risk of disease mortality: A systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62, 1–13. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1918628>
- Karrar, E. (2020). Effect of sorghum sourdough and nabag (*zizyphus spinachristi*) pulp powder on dough fermentation and quality characteristics of bread. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00307-0>
- Kenawi, M., Abdelsalam, R., dan El-Sherif, S. (2009). The effect of mung bean powder, and/or low-fat soy flour as meat extender on the chemical, physical, and sensory quality of buffalo meat product. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25, 327–337. <https://doi.org/10.2298/BAH0906327K>
- Kulthe, A. A., Pawar, V. D., Kotecha, P. M., Chavan, U. D., dan Bansode, V. V. (2014). Development of High Protein and Low-Calorie Cookies. *Food Science and Technology*, 51(1). <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0465-2>
- Kusar, A., Pravst, I., Pivk Kupirovič, U., Grunert, K. G., Kreft, I., dan Hristov, H. (2023). Consumers' Preferences towards Bread Characteristics Based on Food-Related Lifestyles: Insights from Slovenia. *Foods*, 12, 3766. <https://doi.org/10.3390/foods12203766>
- Kwon, Y., Ryu, J., dan Ju, S. (2021). Sensory Attributes of Buckwheat Jelly (Memilmuk) with Mung Bean Starch Added to Improve Texture and Taste. *Foods*, 10, 2860. <https://doi.org/10.3390/foods10112860>
- Liu, Y., Xu, M., Wu, H., Jing, L., Gong, B., Gou, M., Zhao, K., dan Li, W. (2018). The compositional, physicochemical and functional properties of germinated mung bean flour and its addition on quality of wheat flour noodle. *Journal of Food Science and Technology*, 55(12), 5142–5152. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3460-z>
- Manonmani, D., Bhol, S., dan Bosco, S.

- (2014). Effect of Red Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Flour on Bread Quality. *OALib*, *01*, 1–6. <https://doi.org/10.4236/oalib.1100366>
- Mariscal Moreno, R., Chuck-Hernandez, C., Figueroa, J., dan Serna-Saldivar, S. (2021). Physicochemical and Nutritional Evaluation of Bread Incorporated with Ayocote Bean (*Phaseolus coccineus*) and Black Bean (*Phaseolus vulgaris*). *Processes*, *9*. <https://doi.org/10.3390/pr9101782>
- Martinez, M., Marcos, P., dan Gómez, M. (2013). Texture Development in Gluten-Free Breads: Effect of Different Enzymes and Extruded Flour. *Journal of Texture Studies*, *44*. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12037>
- Martins, I. E., Shittu, T. A., Onabanjo, O. O., Adesina, A. D., Soares, A. G., Okolie, P. I., Kupoluyi, A. O., Ojo, O. A., dan Obadina, A. O. (2021). Effect of packaging materials and storage conditions on the microbial quality of pearl millet sourdough bread. *Journal of Food Science and Technology*, *58*(1), 52–61. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04513-3>
- Matos, M., dan Rosell, C. (2012). Relationship between instrumental parameters and sensory characteristics in gluten-free breads. *European Food Research and Technology*, *235*. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1736-5>
- Mayachiew, P., Charunuch, C., dan Devahastin, S. (2015). Physicochemical and Thermal Properties of Extruded Instant Functional Rice Porridge Powder as Affected by the Addition of Soybean or Mung Bean. *Journal of Food Science*, *80*(12), E2782–E2791. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13118>
- Nasution, R. B., dan Simanungkalit, R. C. (2023). Utilization of Carboxymethyl Cellulose (CMC) from Coconut Coir Waste (*Cocos nucifera*) as a Stabilizer in Red Bean (*Phaseolus vulgaris* L) Vegetable Milk. *Journal of Chemical Natural Resources*, *5*(1), Article 1. <https://doi.org/10.32734/jcnar.v5i1.11988>
- No, J., dan Shin, M. (2016). Textural properties of mung bean starch gels prepared from whole seeds. *Food Science and Biotechnology*, *25*, 729–734. <https://doi.org/10.1007/s10068-016-0126-3>
- Savitri, D. A., Herlina, H., dan Novijanto, N. (2021). Financial Feasibility Analysis of Chocolate Spread with Coconut Ingredients as Agroindustrial Product. *Journal La Bisecoman*, *2*, 14–24. <https://doi.org/10.37899/journallabisecoman.v2i2.353>
- Sawettanun, S., dan Ogawa, M. (2022). Physicochemical parameters, volatile compounds and organoleptic properties of bread prepared with substituted sucrose with rare sugar D-allulose. *International Journal of Food Science dan Technology*, *57*. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15918>
- Sebastiani, G., Herranz, A., Borrás-Novell, C., Alsina, M., Aldecoa, V., Andreu-Fernández, V., Tutusaus, M., Ferrero, S., Gómez-Roig, M., dan Garcia-Algar, O. (2019). The Effects of Vegetarian and Vegan Diet during Pregnancy on the Health of Mothers and Offspring. *Nutrients*, *11*, 557. <https://doi.org/10.3390/nu11030557>
- Sethi, S., Tyagi, S., dan Anurag, R. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. *Journal of Food Science and Technology*, *53*. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>
- Singh, M., Sharma, R., Ranvir, s. G., Gandhi, K., dan Mann, B. (2019). Profiling and distribution of minerals content in cow, buffalo and goat milk. *Indian Journal of Dairy Science*, *72*, 480–488. <https://doi.org/10.33785/IJDS.2019.v72i05.004>
- Wang, K., Yuan, Y., Luo, X., Shen, Z., Huang, Y., Zhou, H., dan Gao, X.

- (2022). Effects of exogenous selenium application on nutritional quality and metabolomic characteristics of mung bean (*Vigna radiata* L.). *Frontiers in Plant Science*, *13*, 961447. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.961447>
- Wiedemair, V., Gruber, K., Knöpfle, N., dan Bach, K. (2022). Technological Changes in Wheat-Based Breads Enriched with Hemp Seed Press Cakes and Hemp Seed Grit. *Molecules*, *27*, 1840. <https://doi.org/10.3390/molecules27061840>
- Wozniak, H., Larpin, C., de Mestral, C., Guessous, I., Reny, J.-L., dan Stringhini, S. (2020). Vegetarian, Pescatarian and Flexitarian Diets: Socio-Demographic Determinants and Association with Cardiovascular Risk Factors in a Swiss Urban Population. *British Journal of Nutrition*, *124*, 1–23. <https://doi.org/10.1017/S000711452001762>
- Yamsaengsung, R., Schoenlechner, R., dan Berghofer, E. (2010). The effects of chickpea on the functional properties of white and whole wheat bread. *International Journal of Food Science dan Technology*, *45*, 610–620. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02174.x>
- Zhu, Y.-S., Shuai, S., dan FitzGerald, R. (2018). Mung bean proteins and peptides: Nutritional, functional and bioactive properties. *Food dan Nutrition Research*, *62*. <https://doi.org/10.29219/fnr.v62.1290>