



Pengaruh Formulasi Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) dan Tepung Daun Katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr) terhadap Karakteristik Kimia dan Sensoris Muffin

Christine Vebiola Angela¹, Ayu Dian Pratiwi Permatahati^{1*}, A. Nova Zulfahmi¹, Irfan Cholid¹, Rois Indriawan¹

¹Program Studi Agroindustri, Jurusan Pertanian dan Bisnis, Politeknik Negeri Ketapang, Jl. Rangga Sentap, Desa Dalong, Kelurahan Sukaharja, Kecamatan Delta Pawan, Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat 78813

*email penulis: ayudpratiwi@politap.ac.id

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Disubmit: 19 – 6 – 2026

Direvisi: 24 – 7 – 2026

Disetujui: 5 – 8 – 2026

Kata Kunci : Muffin tepung sorgum; tepung daun katuk; kadar air; kadar abu; sensoris

ABSTRAK

Pemanfaatan bahan pangan lokal sebagai alternatif tepung terigu menjadi penting untuk menghasilkan produk pangan fungsional yang bernilai gizi tinggi sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap tepung terigu impor. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi tepung sorgum dan daun katuk dan menentukan formulasi terbaik terhadap sifat kimia dan organoleptik muffin. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap nonfaktorial dengan 4 perlakuan, yaitu penambahan tepung daun katuk 0%, 2%, 5%, dan 10% disertai pengurangan proporsi tepung sorgum yang sama. Data kadar air dan kadar abu dianalisis menggunakan analisis ragam yang dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%, sedangkan data sensoris dianalisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis* dan dilanjutkan uji *Mann-Whitney*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi tepung sorgum dan tepung daun katuk memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air, warna, aroma, tekstur, dan penerimaan keseluruhan, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu dan rasa. Nilai kadar air meningkat dari 25,15% menjadi 25,42%, sedangkan kadar abu berkisar antara 1,03–1,31% dan seluruh perlakuan masih memenuhi persyaratan mutu. Perlakuan terbaik diperoleh pada penambahan tepung daun katuk 2% dengan skor warna 3,10, aroma 4,30, tekstur 2,60, rasa 3,80, dan penerimaan keseluruhan 4,05. Penambahan tepung daun katuk sebesar 2% mampu menghasilkan muffin berbasis tepung sorgum dengan formulasi terbaik antara mutu kimia, karakteristik sensoris, dan tingkat penerimaan panelis. Penelitian selanjutnya disarankan mengevaluasi kandungan senyawa bioaktif, aktivitas antioksidan, umur simpan, serta pengembangan formulasi menggunakan bahan pengikat atau hidrokoloid alami untuk meningkatkan kualitas produk.

Pendahuluan

Muffin merupakan salah satu jenis produk *bakery* populer yang secara konvensional menggunakan tepung terigu sebagai bahan baku utamanya (Kumar & Singh., 2024). Tepung terigu memiliki komponen protein gluten yang berfungsi dalam membentuk jaringan matriks elastis untuk memerangkap gas selama proses pemanggangan (Apostol *et al.*, 2020). Namun, konsumsi gluten dapat membahayakan penderita penyakit *celiac* karena mampu memicu respons autoimun kronis yang merusak vili-vili pada usus halus (Lebwohl & Rubio-Tapia., 2021). Sebagai alternatif untuk mengatasi permasalahan kesehatan tersebut,

tepung terigu dapat disubstitusi menggunakan tepung sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) yang secara alami bersifat bebas gluten (Lestari & Wibisono., 2023). Tepung terigu dan tepung sorgum memiliki persamaan fungsional yang sangat erat, yaitu sama-sama memiliki kandungan komponen pati (*starch*) yang tinggi yang berfungsi sebagai matriks utama pengisi struktur adonan pangan (Apostol *et al.*, 2020). Tepung sorgum dipilih sebagai bahan substitusi utama karena selain aman bagi penderita *celiac*, sereal ini memiliki kandungan pati sebesar 70% hingga 75% serta protein sebesar 10% hingga 12% (Pontieri *et al.*, 2022). Selain makronutrien tersebut, tepung sorgum juga kaya akan mikronutrien mineral berupa kalium sebesar 0,35% hingga 0,45% serta senyawa fitokimia golongan fenolik berkisar antara 0,1% hingga 0,6% yang aktif bertindak sebagai antioksidan alami (Li *et al.*, 2021).

Meskipun nilai fungsional dari muffin berbasis sorgum tersebut, dilakukan kombinasi dengan fortifikasi bahan lokal kaya antioksidan berupa daun katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr) (Purba & Paengkoum., 2022). Daun katuk sengaja diolah menjadi bentuk tepung kering dan tidak dimasukkan langsung dalam bentuk ekstrak cair mentah bertujuan untuk menjaga stabilitas viskositas sistem adonan basah (*batter system*) muffin serta menghindari kelebihan kadar air bebas yang dapat menggagalkan pembentukan volume spesifik remah (Kumar & Singh., 2024). Selain itu, bentuk tepung dipilih untuk memastikan distribusi komponen serat kasar dan zat fungsional daun dapat tersebar secara homogen di dalam matriks adonan muffin (Salsabila *et al.*, 2022). Tepung daun katuk memiliki konsentrasi zat gizi yang padat, dengan komponen protein kasar sebesar 24% hingga 28% serta serat pangan kasar sebesar 9% hingga 12% (Berek *et al.*, 2024). Di samping itu, tepung daun katuk juga menyimpan kekayaan mineral mikro berupa kalium dengan konsentrasi tinggi mencapai 1,5% hingga 2,2% serta total senyawa flavonoid berkisar antara 1,2% hingga 2,5% yang menyumbang aktivitas antioksidan sangat kuat (Khoozani *et al.*, 2022). Proses pembuatan tepung daun katuk yang melibatkan metode pemanasan dua kali yaitu blanching air panas selama 3 menit dan pengeringan *cabinet dryer* pada suhu 50°C selama 24 jam dinilai aman dan tidak memberikan dampak kerusakan fatal bagi zat fungsional di dalamnya (Azzahra., 2022). Metode pemanasan ganda dengan suhu terkontrol ini justru memberikan pengaruh positif karena efektif untuk menonaktifkan enzim polifenol oksidase penyebab reaksi pencokelatan, mengunci stabilitas pigmen klorofil alami agar warna tetap menarik, serta meminimalkan degradasi termal senyawa antioksidan aktif yang sensitif terhadap suhu tinggi (Purba & Paengkoum., 2022).

Peningkatan konsentrasi tepung daun katuk dapat menyebabkan perubahan pada karakteristik sensori produk, terutama warna aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan (Salsabila *et al.*, 2022). Kandungan klorofil pada daun katuk dapat memberikan warna hijau yang lebih dominan, sedangkan kandungan seratnya dapat memengaruhi struktur tekstur produk sehingga berpotensi menurunkan tingkat kesukaan konsumen apabila digunakan dalam jumlah yang berlebihan (Berek *et al.*, 2024). Oleh karena itu, diperlukan formulasi yang tepat agar penambahan tepung daun katuk mampu meningkatkan nilai fungsional tanpa mengurangi kualitas sensori dan daya terima konsumen. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pengembangan produk muffin fungsional berbasis tepung sorgum dengan fortifikasi tepung daun katuk, serta evaluasi komprehensif terhadap karakteristik kimia (kadar air dan kadar abu) serta sifat organoleptiknya. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi tepung sorgum dan daun katuk dan menentukan formulasi terbaik terhadap sifat kimia dan sensori muffin.

Metode Penelitian

a. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama periode Maret hingga Juni 2026 di Laboratorium Pengolahan Pangan (*Teaching Factory*) dan di Laboratorium Pertanian Mutu 2 Politeknik Negeri Ketapang.

b. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengolahan muffin adalah tepung sorgum (*marketplace*), tepung daun katuk, telur, susu *UHT full cream*, gula, garam, baking soda, margarin, dan pisang. Selain itu, bahan yang digunakan untuk uji organoleptik ada sampel muffin dan mineral.

Alat yang digunakan dalam pembuatan muffin, yaitu timbangan wadah, pengocok manual, spatula, *disk mill*, *cabinet dryer* 60°C. Selain itu, alat yang digunakan dalam analisis kadar air dan kadar abu yaitu spatula, cawan petri (Iwaki), oven pengering 105°C (Memmert), desikator (Iwaki), timbangan analitik (Ohaus), penjepit (tang krus), tanur pengabuan 550°C (Thermolyne), cawan porselen, *hot plate* (IKA). Alat yang digunakan untuk panelis yaitu *cup* muffin, kertas panelis, pulpen.

Pengolahan Tepung Daun Katuk

Daun katuk disortasi, dicuci, dilakukan *blanching* selama 3 menit, kemudian dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* dengan suhu 50°C dalam waktu 24 jam, selanjutnya digiling menggunakan *disk mill*, dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh berdasarkan metode Azzahra., (2022) yang dimodifikasi.

Metode Pengolahan Muffin

Metode yang digunakan dalam pengolahan muffin menggunakan metode Kumar & Singh., (2024) yang dimodifikasi. Pembuatan muffin dilakukan dengan mencampurkan bahan kering (tepung sorgum, tepung daun katuk, baking soda, dan garam) serta bahan basah (telur, gula, pisang, susu, dan margarin). Kedua campuran dihomogenkan menggunakan teknik balik (*folding*) secara perlahan menggunakan spatula agar meminimalkan gesekan untuk menjaga udara tetap terperangkap (Amagliani *et al.*, 2023). Kemudian dimasukkan ke dalam *cup*, kemudian dipanggang pada suhu 180°C selama 20–25 menit. Setiap penimbangan bahan dilakukan sesuai perlakuan.

P0 : 100 g tepung sorgum + 0 g tepung daun katuk

P1 : 98 g tepung sorgum + 2 g tepung daun katuk

P2 : 95 g tepung sorgum + 5 g tepung daun katuk

P3 : 90 g tepung sorgum + 10 g tepung daun katuk

Pengujian Kimia

Kadar Air

Pengujian dilakukan dengan dua kali pengulangan untuk memperoleh data yang lebih konsisten. Prinsip analisis kadar air adalah menghilangkan air bebas dalam sampel melalui pemanasan menggunakan oven pada suhu sekitar 105°C hingga diperoleh bobot konstan. Selisih bobot sebelum dan sesudah pengeringan dinyatakan sebagai kadar air sampel (Cortés-Herrera *et al.*, 2021). Preparasi alat diawali dengan mencuci bersih cawan petri, kemudian dikeringkan di dalam oven yang suhunya telah disetel 105°C dalam waktu setengah jam, lalu dipindahkan ke desikator selama seperempat jam. Prosedur ini dilanjutkan sampai berat wadah tetap stabil dan dicatat sebagai (W0). Selanjutnya, sampel muffin seberat 2 g (W1) ditimbang di cawan petri yang sama. Sampel kemudian dipanggang pada 105°C selama 3 jam, diikuti dengan pendinginan di desikator selama 15 menit, lalu ditimbang. Urutan pengovenan diulang sampai berat akhirnya stabil (AOAC, 2005).

$$\text{Kadar Air(\%)} = \frac{W1-W2}{W1-W0} \times 100$$

Keterangan :

W0 : berat cawan petri dish + tutup

W1 : berat cawan petri dish + sampel sebelum di oven

W2 : berat cawan petri dish + sampel setelah di oven

Kadar Abu

Pengujian dilakukan dengan dua kali pengulangan untuk memperoleh data yang lebih konsisten. Prinsip analisis kadar abu adalah membakar seluruh komponen organik sampel dalam tanur pada suhu sekitar 550°C hingga hanya tersisa residu anorganik (mineral), yang kemudian ditimbang sebagai kadar abu sampel (Quirino *et al.*, 2022). Analisis dimulai dengan penyiapan cawan porselen bersih yang dipanaskan dalam tanur suhu 550°C dan didinginkan dalam desikator hingga bobotnya konstan (W0). Ke dalam cawan konstan tersebut, ditimbang sampel muffin sebanyak 2 g (W1). Sebelum dimasukkan ke dalam tanur, sampel melalui proses pra—pengabuan di atas *hotplate* sampai tidak ada asap yang terbentuk. Selanjutnya, proses pembakaran abu dilakukan dalam tanur yang sudah disetel pada suhu 550 °C selama 6 jam, di mana seluruh karbon dihilangkan, sehingga menghasilkan residu abu putih. Setelah itu, sampel dibiarkan mendingin di desikator selama 15 menit sebelum ditimbang. Prosedur ini dilakukan beberapa kali hingga diperoleh berat akhir yang stabil (W2) (AOAC, 2005).

$$\text{Kadar Abu} = \frac{W2 - W0}{W1 - W0} \times 100$$

Keterangan :

W0 : berat cawan porselen kosong

W1 : berat cawan porselen + sampel sebelum pengabuan

W2 : berat cawan porselen + abu setelah pengabuan

Uji Organoleptik

Tabel 1. Skala penilaian organoleptik

Parameter	Skor				
	1	2	3	4	5
Warna	Cokelat muda	Cokelat pucat	Cokelat tua	Cokelat kehijauan	Cokelat kehitaman
Aroma	Agak langu	Langu	Sangat langu	Agak khas daun katuk	Khas daun katuk
Tekstur	Sangat keras	Keras	Agak lembut	Lembut	Sangat lembut
Rasa	Tidak manis	Kurang manis	Cukup manis	Manis	Sangat manis
Penerimaan keseluruhan	Sangat tidak suka	Agak tidak suka	Tidak suka	Suka	Sangat suka

Evaluasi organoleptik digunakan untuk mengukur kualitas makanan dengan mengandalkan reaksi sensorik pribadi terhadap karakteristik produk. Sifat seperti warna, aroma, rasa, dan tekstur sangat penting dalam memengaruhi pilihan konsumen dan memengaruhi penerimaan keseluruhan terhadap muffin (Andersen *et al.*, 2019). Penyajian sampel disajikan dengan diberi 3 kode acak kepada 20 panelis semi terlatih untuk menguji penerimaan konsumen terhadap muffin berbahan tepung sorgum dan tepung daun katuk. Uji yang dilakukan adalah kombinasi uji kesukaan (hedonik) dan uji penilaian mutu (*scoring*)

lewat skala / kategori numerik yang merepresentasikan tingkat kualitas produk dari intensitas rendah hingga tinggi. Fokus pengamatan organoleptik yang diukur secara utuh meliputi warna, aroma, tekstur, rasa dan penerimaan keseluruhan.

Analisa Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) nonfaktorial yang terdiri atas 4 perlakuan (P0, P1, P2, dan P3) dengan 2 kali ulangan analisis kimia untuk setiap perlakuan. Rancangan Acak Lengkap merupakan rancangan percobaan yang digunakan pada kondisi lingkungan atau satuan percobaan yang homogen, di mana setiap unit percobaan memiliki peluang yang sama untuk menerima setiap perlakuan melalui proses pengacakan (*randomization*) (Festing., 2020). Data kadar air dan kadar abu dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$), maka dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) (Andriyani *et al.*, 2018). Data organoleptik dianalisis menggunakan uji *Kruskal–Wallis* karena data yang diperoleh merupakan data ordinal dari uji hedonik dan tidak selalu memenuhi asumsi distribusi normal (Aini *et al.*, 2024). Apabila hasil uji *Kruskal–Wallis* menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$), maka analisis dilanjutkan menggunakan uji *Mann–Whitney* untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan secara berpasangan (Jan & Shieh., 2025)

Hasil dan Pembahasan

a. Hasil Uji Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter mutu yang sangat penting bagi muffin (Kumar & Singh., 2024). Kadar air sangat berpengaruh pada umur simpan, tekstur dan kualitas muffin. Kadar air yang sesuai dapat menjaga kualitas produk selama penyimpanan, sedangkan kadar air yang terlalu tinggi dapat mempercepat kerusakan mikrobiologis dan menurunkan stabilitas muffin (Cermeño *et al.*, 2021). Berdasarkan (SNI 3840:2015) kadar maksimal muffin yang diperbolehkan adalah 40%. Berikut hasil analisis kadar air dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis muffin tepung sorgum dan tepung daun katuk

Parameter	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Kadar air (%)	25,15 ± 0,01 ^a	25,24±0,001 ^b	25,37±0,01 ^c	25,42±0,004 ^d
Kadar abu (%)	1,03 ± 0,01 ^a	1,15 ± 0,15 ^a	1,26 ± 0,27 ^a	1,31 ± 0,22 ^a
Organoleptik				
Warna	1,45±0,759 ^a	3,10±0,718 ^b	3,10±0,718 ^b	2,75±1,07 ^b
Aroma	3,70±1,174 ^{ac}	4,30±0,657 ^a	3,30±1,418 ^b	3,10±1,071 ^{bc}
Tekstur	1,55±0,605 ^a	2,60 ± 0,503 ^b	1,90 ± 0,553 ^a	1,60±0,503 ^a
Rasa	3,25±1,410 ^a	3,80±1,105 ^a	2,40±1,231 ^a	2,95±1,146 ^a
Penerimaan Keseluruhan	3,30±0,865 ^{ab}	4,05±0,759 ^b	2,95±0,887 ^a	3,35±0,813 ^a

Keterangan :

a.b : Pada parameter kadar air dan kadar abu, huruf *superscript* yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji lanjut DMRT pada taraf kepercayaan 95% ($P < 0,05$).

Pada parameter organoleptik (warna, aroma, tekstur, rasa, dan overall), huruf *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji non-parametrik *Mann–Whitney* ($P < 0,05$) setelah uji *Kruskal–Wallis*.

Nilai *p-value* : menunjukkan tingkat signifikansi hasil uji statistik. Jika nilai ($P < 0,05$), maka variasi formulasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter tersebut.

P0 : 100 g tepung sorgum + 0 g tepung daun katuk

P1 : 98 g tepung sorgum + 2 g tepung daun katuk

P2 : 95 g tepung sorgum + 5 g tepung daun katuk

P3 : 90 g tepung sorgum + 10 g tepung daun katuk

Berdasarkan data pengamatan pada Tabel 2, kadar air dari produk muffin berkisar antara 25,15% — 25,42% . Hasil pengujian statistik menggunakan ANOVA mengonfirmasi bahwa variasi formulasi substitusi tepung daun katuk memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar air produk muffin. Analisis uji lanjutan menggunakan DMRT pada taraf kepercayaan 95% menunjukkan bahwa seluruh perlakuan (P0, P1, P2, dan P3) memiliki notasi huruf *superscript* yang berbeda secara signifikan satu sama lain. Secara kimiawi, komponen tepung sorgum selaku bahan utama menyumbang struktur pati alami yang dominan tersusun atas fraksi amilosa dan amilopektin (Apostol *et al.*, 2020). Granul pati sereal ini secara aktif mengikat air bebas melalui mekanisme hidrasi parsial selama fase pencampuran adonan basah (Pontieri *et al.*, 2022). Ketika dipanggang pada suhu tinggi, terjadi proses gelatinisasi pati sorgum yang memerangkap sebagian air di dalam susunan matriks gel meskipun porositas strukturnya tetap mengizinkan pelepasan uap air ke atmosfer oven (Perraulta *et al.*, 2021).

Di sisi lain, peningkatan retensi kelembapan secara linear pada perlakuan P1, P2, dan P3 dipicu secara langsung oleh karakteristik higroskopis dari tepung daun katuk (Berek *et al.*, 2024). Tepung daun katuk kering menyimpan serat pangan fungsional yang tinggi, di mana komponen selulosa dan hemiselulosanya kaya akan gugus hidroksil bebas (Khodayari *et al.*, 2021). Gugus hidroksil tersebut membentuk ikatan hidrogen yang kuat dengan molekul air sehingga meningkatkan kapasitas penahanan air (*water holding capacity*) di dalam sistem emulsi adonan (Kumar & Singh., 2024). Kuatnya ikatan intermolekuler ini menyebabkan fase penguapan air bebas terhambat selama pemanggangan dan menyisakan fraksi air remah yang lebih tinggi (Salsabila *et al.*, 2022).

Mekanisme kenaikan kadar air akibat akumulasi serat nabati ini sejalan dengan fenomena fungsional yang dilaporkan pada pengembangan produk bakery berbasis daun hijau (Kumar & Singh., 2024). Tren penguncian molekul air oleh gugus hidroksil serat pangan ini juga terkonfirmasi serupa dengan karakteristik biskuit fungsional yang memanfaatkan fortifikasi tepung daun lokal (Berek *et al.*, 2024). Jika dihubungkan dengan SNI 3840:2015 seluruh perlakuan pada produk muffin dikonfirmasi semua perlakuan termasuk kedalam batas aman, yaitu sebesar 40%.

b. Hasil Uji Kadar Abu

Berdasarkan Tabel 2, kadar abu dari muffin rata-rata antara 1,03% hingga 1,31%. Hasil analisis varian (ANOVA) satu arah menyatakan bahwa modifikasi persentase formulasi bahan baku tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P > 0,05$) terhadap kuantitas kadar abu produk. Hasil pembuktian statistik ini dipertegas oleh uji lanjut DMRT yang menghasilkan kesamaan notasi huruf *superscript* "a" pada seluruh taraf perlakuan dari P0 — P3. Meskipun secara statistik tidak berbeda nyata, terdapat kecenderungan kenaikan nilai kadar abu secara deskriptif seiring dengan semakin berkurangnya proporsi tepung sorgum di dalam formulasi. Tepung sorgum secara alami memberikan kontribusi dasar terhadap abu total karena membawa kandungan mineral mikro esensial berupa zat besi, seng, serta magnesium dari lapisan perikarp biji sereal, di mana hal ini didukung oleh Curti *et al.*, (2022) mengenai kandungan mineral esensial pada perikarp biji sorgum. Keberadaan mineral bawaan dari sereal sorgum ini membentuk fondasi komponen anorganik awal pada adonan kontrol P0 sebelum dikombinasikan dengan bahan tambahan lain, sebagaimana dipaparkan oleh Apostol *et al.*, (2020) mengenai kontribusi komponen anorganik sereal sorgum. Temuan ini didukung oleh riset Li *et al.*, (2021) mengenai kelimpahan kandungan mineral alami dalam struktur sereal sorgum.

Penyebab utama dari tren kenaikan nilai kadar abu secara deskriptif pada formula P1, P2, dan P3 adalah tingginya densitas mineral makro (kalium, kalsium, dan fosfor) pada jaringan sel tepung daun

katuk. Selama proses pengabuan pada suhu 550°C, komponen organik menguap dan menyisakan residu garam mineral anorganik yang tahan panas, di mana hal ini sejalan dengan penelitian Purba & Paengkoum., (2022) mengenai tingginya densitas mineral makro pada daun katuk, serta didukung oleh Quirino *et al.*, (2022) mengenai ketahanan residu garam mineral anorganik selama pengabuan suhu tinggi. Tidak adanya perbedaan signifikan secara statistik terjadi karena porsi substitusi daun katuk relatif kecil sehingga lonjakan kuantitas mineralnya belum mampu melampaui keragaman galat percobaan, sebagaimana diperkuat oleh temuan Cortés-Herrera *et al.*, (2021) mengenai batas sensitivitas galat analisis abu dan Berek *et al.*, (2024) mengenai respon kadar abu pada substitusi daun katuk porsi rendah. Meninjau aspek kepatuhan legalitas mutu pangsang, produk akhir muffin pada seluruh perlakuan dinyatakan memenuhi kriteria kelayakan edar karena kadar abu totalnya berada di bawah ambang batas maksimal SNI 01-3840-2015 yaitu sebesar 3%.

c. Hasil Uji Organoleptik

Evaluasi organoleptik digunakan untuk mengukur kualitas makanan dengan mengandalkan reaksi sensorik pribadi terhadap karakteristik produk. Sifat seperti warna, aroma, rasa, dan tekstur sangat penting dalam memengaruhi pilihan konsumen dan memengaruhi penerimaan keseluruhan terhadap muffin (Andersen *et al.*, 2019). Penyajian sampel disajikan dengan diberi 3 kode acak kepada 20 panelis semi terlatih untuk menguji penerimaan konsumen terhadap muffin berbahan tepung sorgum dan tepung daun katuk. Berikut pembahasan uji sensoris pada setiap parameter.

Warna

Berdasarkan Tabel 2, skor parameter warna berkisar antara 1,45 — 3,10, yang menunjukkan pergeseran dari kriteria coklat muda hingga coklat tua sesuai skala penilaian pada Tabel 1. Nilai skor warna ini menunjukkan pola fluktuatif, yaitu mengalami kenaikan dari P0 (1,45) ke P1 dan P2 (3,10), lalu diikuti penurunan pada perlakuan P3 (2,75). Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa perbedaan formulasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap warna muffin. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti proporsi tepung sorgum yang memberikan kontribusi pada warna dasar produk melalui reaksi pencokelatan non-enzimatis (maillard) selama proses pemanggangan, sebagaimana dijelaskan oleh Apostol *et al.*, (2020) mengenai reaksi maillard pada pemanggangan sereal, dan didukung oleh hasil penelitian Perraulta *et al.*, (2021) mengenai pembentukan pigmen kecokelatan dari gula pereduksi dan asam amino sorgum. Penambahan bahan pendukung seperti pisang dan susu juga berperan dalam menjaga kestabilan visual adonan, di mana karamelisasi gula mencegah warna muffin menjadi terlalu pucat sebagaimana dipaparkan oleh Lestari & Wibisono., (2023) mengenai kontribusi karamelisasi gula bahan lokal. Selain itu, peningkatan intensitas warna gelap hingga mencapai kriteria coklat tua dipicu oleh pigmen klorofil alami dari tepung daun katuk yang mengalami reaksi fenofitinisasi akibat pemanasan suhu tinggi di dalam oven (Purba & Paengkoum., 2022). Perubahan penampilan akibat pembentukan zat fenofitin ini sejalan dengan temuan Berek *et al.*, (2024) pada biskuit fungsional berbasis katuk mengenai pembentukan warna gelap pada biskuit fortifikasi katuk, serta hasil penelitian Salsabila *et al.*, (2022) mengenai perubahan warna akibat substitusi tepung daun katuk.

Aroma

Skor parameter aroma berkisar antara 3,10 — 4,30 (Tabel 2), yang mencerminkan pergeseran kriteria dari sangat langu hingga agak khas katuk sesuai skala Tabel 1, dengan pengaruh yang signifikan secara statistik ($P < 0,05$) berdasarkan uji *Kruskal-Wallis*. Rataan skor aroma memiliki tren fluktuatif, yaitu

mengalami kenaikan dari P0 (3,70) ke P1 (4,30), kemudian mengalami penurunan berturut-turut pada P2 (3,30) dan P3 (3,10). Hal ini dikarenakan tepung sorgum menyumbangkan aroma dasar khas sereal akibat pembentukan senyawa volatil golongan pirazin selama proses pemanasan adonan, sebagaimana dijelaskan oleh Apostol *et al.*, (2020) mengenai profil aroma khas sereal sorgum, dan diperkuat oleh Curti *et al.*, (2022) mengenai pembentukan pembawa aroma pirazin saat pemanggangan. Penggunaan margarin dan bahan pelengkap membantu mempertahankan kestabilan profil penciuman (Lestari & Wibisono., 2023). Penguatan aroma hingga mencapai kriteria agak khas katuk disebabkan oleh pelepasan senyawa volatil alami hexanal dari tepung daun katuk secara masif saat proses pemanggangan, di mana hal ini didukung oleh Purba & Paengkoum., (2022) mengenai profil senyawa volatil dan aromatik daun katuk serta interaksi komponen volatil simplisia daun. Dominasi senyawa aromatik ini terbukti secara konsisten mengubah karakteristik penciuman pada produk pangan fungsional sejenis, sejalan dengan penelitian Salsabila *et al.*, (2022) mengenai penerimaan aroma herbal.

Tekstur

Hasil penilaian parameter tekstur pada Tabel 2 menunjukkan nilai berkisar antara 1,55 — 2,60, yang menunjukkan pergeseran dari kriteria sangat keras hingga mendekati agak lembut sesuai skala Tabel 1. Uji *Kruskal-Wallis* mengonfirmasi adanya pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap tekstur produk akhir. Parameter tekstur ini memiliki pola data yang fluktuatif, dengan kenaikan skor dari P0 (1,55) ke P1 (2,60), namun kemudian mengalami penurunan pada P2 (1,90) dan P3 (1,60). Hasil yang fluktuatif ini diduga karena karakteristik struktur remah dasar sangat dipengaruhi oleh ketiadaan protein gluten dalam jaringan matriks adonan, serta sifat fisik alami tepung sorgum yang cenderung memberikan sensasi tekstur berpasir (*gritty/sandy texture*) akibat tingkat kekerasan fraksi endosperma sereal sebagaimana dijelaskan oleh Apostol *et al.*, (2020) mengenai sifat fisik endosperma sorgum. Penambahan bahan pengembang seperti baking soda, dan telur berperan penting dalam menjaga kestabilan mekanis adonan melalui pembentukan rongga udara dari ekspansi gas karbon dioksida untuk membantu memperbaiki kelembutan remah (Lestari & Wibisono., 2023). Di sisi lain, tingginya serat pangan alami dari tepung daun katuk dapat mengganggu pembentukan gel pati dan mempertegas sensasi berpasir pada rongga mulut (Kumar & Singh., 2024). Penambahan tepung katuk dan sifat berpasir pada sorgum terhadap tingkat kekerasan remah ini sejalan dengan hasil riset Berek *et al.*, (2024) pada biskuit serat mengenai reologi dan tingkat kekerasan biskuit berbahan daun katuk, serta didukung oleh Salsabila *et al.*, (2022) mengenai perubahan tekstur remah produk *bakery* akibat penambahan tepung daun.

Rasa

Skor parameter rasa berkisar antara 2,40 — 3,80 (Tabel 2), yang menunjukkan transisi dari kriteria kurang manis hingga mendekati manis sesuai skala Tabel 1. Analisis *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa perlakuan formulasi tidak berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap rasa muffin. Meskipun begitu, perubahan skor rasa mengalami fluktuatif, di mana terjadi kenaikan skor dari P0 (3,25) ke P1 (3,80), diikuti penurunan pada P2 (2,40), dan sedikit meningkat kembali pada P3 (2,95). Hal ini diduga karena tepung sorgum memberikan kontribusi rasa manis alami dari pemecahan pati menjadi komponen oligosakarida sederhana selama proses pengolahan, sebagaimana dijelaskan oleh Apostol *et al.*, (2020) mengenai pemecahan pati sereal, dan diperkuat oleh Curti *et al.*, (2022) mengenai profil rasa manis alami dari oligosakarida sorgum. Penggunaan pisang dan gula pasir mampu menjaga kestabilan rasa manis adonan, sehingga mencegah timbulnya rasa hambar (Lestari & Wibisono., 2023). Meskipun demikian,

profil rasa produk muffin diimbangi oleh adanya senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, saponin, dan tanin dari tepung daun katuk yang memberikan sensasi rasa sedikit kelat di lidah (Purba & Paengkoum., 2022). Pengaruh intervensi fitokimia dan glikosida dari daun katuk terhadap rasa produk muffin ini juga terkonfirmasi pada formulasi biskuit herbal dan olahan pangan fungsional berbasis katuk lainnya, di mana hal ini sejalan dengan penelitian Kumar & Singh., (2024) mengenai pengaruh senyawa metabolit sekunder terhadap persepsi rasa manis, dan didukung pula oleh Berek *et al.*, (2024) mengenai penerimaan rasa pada biskuit fortifikasi daun katuk.

Penerimaan Keseluruhan

Berdasarkan Tabel 2, skor penerimaan keseluruhan berkisar antara 2,95 — 4,05, yang menggambarkan pergeseran dari kriteria tidak suka hingga suka pada skala Tabel 1, dengan pola penilaian yang bersifat fluktuatif yang mengalami kenaikan dari P0 (3,30) ke P1 (4,05), lalu penurunan pada P2 (2,95), dan sedikit meningkat pada P3 (3,35). Perbedaan ini berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Hal ini dikarenakan tingkat akseptabilitas dasar konsumen didukung oleh kedekatan cita rasa produk *bakery* berbasis sereal bebas gluten sebagaimana dijelaskan oleh Perraulta *et al.*, (2021) mengenai daya terima dan akseptabilitas produk olahan sorgum. Penerapan teknik pemanggangan yang tepat turut mempertahankan nilai hedonik adonan, di mana kematangan yang merata mencegah penolakan sensoris dari panelis (Kumar & Singh., 2024). Peningkatan penilaian hingga mencapai kriteria suka dipicu oleh kombinasi yang baik dari perubahan warna, aroma, tekstur, dan rasa akibat fortifikasi tepung daun katuk yang memberikan keunikan sensoris tersendiri (Berek *et al.*, 2024). Hal ini menegaskan bahwa ketepatan rasio formulasi daun katuk sangat menentukan tingkat kesukaan dan penerimaan akhir konsumen terhadap produk muffin. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Salsabila *et al.*, (2022) mengenai batas toleransi penambahan tepung daun pada daya terima panelis, dan didukung oleh Berek *et al.*, (2024) mengenai pentingnya rasio formulasi optimal dalam menjaga tingkat kesukaan konsumen.

Kesimpulan

Variasi formulasi tepung sorgum dan tepung daun katuk berpengaruh nyata terhadap kadar air, warna, aroma, tekstur, dan penerimaan keseluruhan muffin, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu dan rasa. Seluruh formulasi memenuhi persyaratan mutu SNI 3840:2015 untuk kadar air dan kadar abu. Berdasarkan karakteristik kimia dan sensoris, formulasi terbaik diperoleh pada perlakuan P1 (98% tepung sorgum : 2% tepung daun katuk), karena menghasilkan tingkat penerimaan keseluruhan tertinggi (4,05), disertai karakteristik warna, aroma, dan tekstur yang paling baik dibandingkan perlakuan lainnya. Dengan demikian, penambahan tepung daun katuk sebanyak 2% merupakan formulasi yang paling optimal untuk menghasilkan muffin berbasis tepung sorgum dengan mutu kimia yang memenuhi standar, serta karakteristik sensoris yang paling disukai panelis. Penelitian selanjutnya perlu mengevaluasi kandungan senyawa bioaktif, aktivitas antioksidan, umur simpan, serta sifat fisik produk sehingga potensi muffin sebagai pangan fungsional dapat dikaji secara lebih komprehensif.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua dosen pembimbing atas dukungan dan bimbingan selama penelitian, kepada asisten laboratorium mutu dan *Teaching Factory* (TEFA) Politeknik Negeri Ketapang atas bantuan dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian, serta keluarga dan seluruh pihak yang telah membantu terselesaikannya penelitian ini.

Kepustakaan

- Aini, H., Kurnia, N., & Wangiyana, I. G. A. S. (2024). Sensory Evaluation Of Lemongrass Beverage Mixed With Agarwood Infusion Using 9-Point Hedonic Scale. *Jurnal Silva Samalas*, 7(2), 28. <https://doi.org/10.33394/jss.v7i2.14298>
- Amagliani, L., van de Langerijt, T. M., Morgenegg, C., Bovetto, L., & Schmitt, C. (2023). Influence of charged and non-charged co-solutes on the heat-induced aggregation of soy and pea proteins at pH 7.0. *Food Hydrocolloids*, 137, 108392. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108392>
- Andersen, B. V., Brockhoff, P. B., & Hyldig, G. (2019). The importance of liking of appearance, odour, taste and texture in the evaluation of overall liking. A comparison with the evaluation of sensory satisfaction. *Food Quality and Preference*, 71, 228–232. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.07.005>
- Andriyani, T. A., Utami, R., & Widowati, E. (2018). Kajian Penggunaan Tepung Uwi Putih Kulit Cokelat (*Dioscorea Rotundata*) Dalam Pembuatan Minuman Sinbiotik Terhadap Karakteristik Fisikokimia, Sensori, Dan Total Bakteri Probiotik. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 6(1). <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.13508>
- AOAC Internasional. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC Internasional (18th ed) Gaithersburg MD, USA
- Apostol, L., Belc, N., Gaceu, L., Oprea, O. B., & Popa, M. E. (2020). Sorghum Flour: A Valuable Ingredient for Bakery Industry. *Applied Sciences*, 10(23), 8597. <https://doi.org/10.3390/app10238597>
- Azzahra, F. (2022). Penetapan rendemen dan kandungan kimia ekstrak daun katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.) berdasarkan perbedaan metode pengeringan. *Sasambo Journal of Pharmacy*, 3(2), 83–90. <https://doi.org/10.29303/sjp.v3i2.177>
- Berek, T. D. K., Lestari, R. S., & Adam, A. (2024). Chemical and Physical Quality Biscuits Substitution Pumpkin and Leaves Katuk. *Jurnal Info Kesehatan*, 22(1), 206–213. <https://doi.org/10.31965/infokes.Vol22.Iss1.1569>
- Cermeño, M., Dermiki, M., Kleekayai, T., Cope, L., McManus, R., Ryan, C., Felix, M., Flynn, C., & FitzGerald, R. J. (2021). Effect of enzymatically hydrolysed brewers' spent grain supplementation on the rheological, textural and sensory properties of muffins. *Future Foods*, 4, 100085. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100085>
- Cortés-Herrera, C., Quirós-Fallas, S., Calderón-Calvo, E., Cordero-Madrigal, R., Jiménez, L., Granados-Chinchilla, F., & Artavia, G. (2021). Nitrogen/protein and one-step moisture and ash examination in foodstuffs: Validation case analysis using automated combustion and thermogravimetry determination under ISO/IEC 17025 guidelines. *Current Research in Food Science*, 4, 900–909. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.11.015>
- Curti, M. I., Belorio, M., Palavecino, P. M., Camiña, J. M., Ribotta, P. D., & Gómez, M. (2022). Effect of sorghum flour properties on gluten-free sponge cake. *Journal of Food Science and Technology*, 59(4), 1407–1418. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05150-0>
- Festing, M. F. W. (2020). The “completely randomised” and the “randomised block” are the only experimental designs suitable for widespread use in pre-clinical research. *Scientific Reports*, 10(1), 17577. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74538-3>
- Jan, S.-L., & Shieh, G. (2025). Alternative Nonparametric Test and Sample Size Procedures for the Comparison of Several Location Shifts. *Journal of Statistical Theory and Applications*, 24(2), 412–435. <https://doi.org/10.1007/s44199-025-00116-z>
- Khodayari, A., Thielemans, W., Hirn, U., Van Vuure, A. W., & Seveno, D. (2021). Cellulose-hemicellulose interactions - A nanoscale view. *Carbohydrate Polymers*, 270, 118364. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118364>
- Kumar, A., & Singh, N. (2024). Embracing nutritional, physical, pasting, textural, sensory and phenolic profile of functional muffins prepared by partial incorporation of lyophilized wheatgrass, fenugreek and basil microgreens juice powder. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(7), 4286–4295. *Journal of Food Safety and Processing Technology (JFSPT)*

4295. <https://doi.org/10.1002/jsfa.13314>
- Lebwohl, B., & Rubio-Tapia, A. (2021). Epidemiology, Presentation, and Diagnosis of Celiac Disease. *Gastroenterology*, 160(1), 63–75. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.06.098>
- Lestari, S., & Wibisono, Y. (2023). Pengaruh Konsentrasi Tepung Sorgum dan Tepung Daun Katuk Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Hedonik Cookies. *JOFE : Journal of Food Engineering*, 2(4), 163–171. <https://doi.org/10.25047/jofe.v2i4.4332>
- Li, Z., Zhao, X., Zhang, X., & Liu, H. (2021). Bioactive Compounds and Biological Activities of Sorghum Grains. *Foods*, 10(11), 2868. <https://doi.org/10.3390/foods10112868>
- Perrault Lavanya, J., Gowthamraj, G., & Sangeetha, N. (2021). Effect of heat moisture treatment on the physicochemical, functional, and antioxidant characteristics of white sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) grains and flour. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(12). <https://doi.org/10.1111/jfpp.16017>
- Pontieri, P., Troisi, J., Calcagnile, M., Bean, S. R., Tilley, M., Aramouni, F., Boffa, A., Pepe, G., Campiglia, P., Del Giudice, F., Chessa, A. L., Smolensky, D., Aletta, M., Alifano, P., & Del Giudice, L. (2022). Chemical Composition, Fatty Acid and Mineral Content of Food-Grade White, Red and Black Sorghum Varieties Grown in the Mediterranean Environment. *Foods*, 11(3), 436. <https://doi.org/10.3390/foods11030436>
- Purba, R. A. P., & Paengkoum, P. (2022). Exploring the Phytochemical Profiles and Antioxidant, Antidiabetic, and Antihemolytic Properties of *Sauropus androgynus* Dried Leaf Extracts for Ruminant Health and Production. *Molecules*, 27(23), 8580. <https://doi.org/10.3390/molecules27238580>
- Quirino, D. F., Palma, M. N. N., Franco, M. O., & Detmann, E. (2022). Variations in Methods for Quantification of Crude Ash in Animal Feeds. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 106(1), 6–13. <https://doi.org/10.1093/jaoacint/qsac100>
- Salsabila, A., Agustin, R., & Budiati, T. (2022). Pengaruh Penambahan Tepung Daun Katuk Terhadap Kualitas Organoleptik dan Fisik Roti Tawar. *JOFE : Journal of Food Engineering*, 1(2), 66–79. <https://doi.org/10.25047/jofe.v1i2.3179>