

INOVASI *CRACKERS* DENGAN PENAMBAHAN BERAS HITAM DAN TEPUNG MOCAF SEBAGAI JAJANAN BERBASIS PANGAN LOKAL

Muhammad Umar Ridho^{1*}, Ita Fatkhur Romadhoni², Any Sutidiningsih³, Qorry' Aina⁴

^{1, 2, 3, 4} Program Studi Sarjana Terapan Seni Kuliner dan Jasa Boga, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Jl. Lidah Wetan, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia, 60213

*Penulis Korespondensi: muhammadumar.22006@mhs.unesa.ac.id

Abstract. High dependency on imported wheat flour drives the importance of healthy food diversification using local ingredients such as black rice and mocaf flour. This study aims to analyze the sensory characteristics and determine the best formulation of these composite crackers. The research used a quantitative experiment with a Completely Randomized Design (CRD) via organoleptic testing by 30 semi-trained and 3 trained panelists, analyzed using ANOVA at a 5% significance level. The results showed that formulation variations significantly affected texture and overall acceptance, but had no significant effect on color, aroma, and taste. Treatment 3 (21% black rice and 21% mocaf) was selected as the best formulation with the highest preference score of 1.92. This innovative product has great potential to be developed as an alternative functional healthy snack.

Keywords: *Crackers*, Black Rice, mocaf Flour, Sensory Characteristics, Healthy snacks.

Abstrak. Tingginya ketergantungan terhadap terigu impor mendorong pentingnya diversifikasi pangan sehat menggunakan bahan lokal seperti beras hitam dan tepung mocaf. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik sensorik serta menentukan formulasi terbaik produk *crackers* komposit tersebut. Metode penelitian menggunakan eksperimen kuantitatif dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) melalui uji organoleptik oleh 30 panelis semi-terlatih dan 3 panelis terlatih, lalu dianalisis menggunakan ANOVA taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan variasi formulasi berpengaruh signifikan terhadap tekstur dan kesukaan keseluruhan, tetapi tidak berpengaruh nyata pada warna, aroma, dan rasa. Perlakuan 3 (proporsi 21% beras hitam dan 21% mocaf) terpilih sebagai formulasi terbaik dengan skor kesukaan tertinggi sebesar 1,92. Produk inovasi ini sangat berpotensi dikembangkan sebagai alternatif jajanan sehat fungsional

Kata kunci: *Crackers*, Beras Hitam, Tepung mocaf, Karakteristik Sensori, Jajanan Sehat.

LATAR BELAKANG

Industri makanan dan minuman merupakan salah satu faktor strategis yang menopang perekonomian nasional Indonesia, dengan subsektor makanan ringan atau jajanan menunjukkan pertumbuhan yang konsisten seiring dengan perubahan gaya hidup masyarakat urban. Trend konsumen modern saat ini tidak lagi hanya berfokus pada cita rasa dan kemudahan, tetapi juga meningkatkan kesadaran akan kesehatan dan nilai gizi dari produk yang dikonsumsi. Fenomena ini mendorong permintaan terhadap jajanan

alternatif yang lebih sehat, fungsional, dan memanfaatkan bahan baku lokal sebagai nilai tambah di dalam rantai pasok industri boga nasional

Jajanan konvensional yang beredar di pasaran sebagian besar masih mengandalkan penggunaan tepung terigu sebagai bahan baku utama. Bahan baku ini memicu ketergantungan yang sangat tinggi pada komoditas impor gandum serta memiliki batasan bagi individu tertentu. Tepung terigu mengandung gluten, jenis protein elastis yang dapat dikonsumsi oleh penderita *celiac disease* atau individu yang mengalami *intoleransi gluten*. Oleh karena itu, besarnya tingkat ketergantungan pada terigu melahirkan urgensi nasional untuk menggalakkan diversifikasi pangan dengan memanfaatkan sumber karbohidrat alternatif berbasis komoditas lokal yang melimpah dengan potensi di tanah air.

Salah satu komoditas lokal yang memiliki nilai gizi unggul namun belum termanfaatkan secara optimal dalam industri pembuatan makanan ringan komersial adalah beras hitam. Beras hitam secara ilmiah dikenal kaya akan senyawa antosianin, yaitu pigmen alami pada bagian aluron yang berfungsi sebagai antioksidan kuat untuk menangkal radikal bebas dalam tubuh manusia. Kandungan serat pangan pada beras hitam juga jauh lebih tinggi dibandingkan dengan beras putih biasa, sehingga berpotensi memberikan efek kenyang yang lebih lama serta menjaga kesehatan saluran pencernaan secara holistik. Pemanfaatan beras hitam dalam bentuk tepung untuk produk *bakery* seperti *crackers* merupakan sebuah terobosan inovatif guna meningkatkan nilai ekonomis komoditas tersebut sekaligus mengenalkan varian jajanan fungsional.

Untuk melengkapi fisikawi produk *bakery* yang tidak menggunakan gluten, diperlukan bahan pendamping lokal yang mampu memperbaiki kelemahan tekstur adonan sekaligus menekan biaya produksi tanpa menurunkan mutu fungsionalnya. Tepung mocaf (*modified cassava flour*) hadir sebagai solusi komplementer yang sangat relevan. Mocaf merupakan produk turunan dari singkong yang diproses melalui modifikasi sel menggunakan prinsip fermentasi mikroba, seperti warna yang cenderung putih bersih dan profil aroma yang netral tanpa bau apek singkong mentah.

Tepung mocaf sangat cocok dikombinasikan sebagai bahan substitusi parsial dalam pembuatan *crackers* bersama tepung beras hitam untuk menciptakan produk alternatif bebas gluten yang kompetitif. Penggunaan mocaf tidak sekedar berfungsi sebagai bahan

pengisi adonan, tetapi juga secara makro pendukung kedaulatan pangan nasional dengan memberdayakan petani singkong lokal. Mengingat pencampuran dua jenis tepung non-gluten dengan karakteristik hidrasi yang berbeda ini pasti berdampak nyata pada sifat fisik dan mekanis adonan, maka studi mendalam mengenai karakteristik sensorik *crackers* berbasis komposit lokal ini sangat krusial.

Meskipun riset mengenai pemanfaatan tepung beras hitam dan tepung mocaf secara terpisah dalam berbagai olahan pangan sudah banyak dipublikasikan, studi secara spesifik mengkaji formulasi sinergi keduanya dalam pembuatan *crackers* kering masih sangat terbatas dijumpai. Terdapat celah riset yang nyata mengenai proporsi pencampuran ideal agar menghasilkan *crackers* dengan sifat organoleptik (warna, aroma, rasa, dan kerenyahan) yang optimal serta dapat diterima dengan baik oleh selera konsumen. Oleh karena itu, rekayasa varian formulasi melalui pendekatan eksperimental terkontrol dalam penelitian ini menjadi kunci utama untuk menjawab permasalahan penentuan proporsi perlakuan terbaik pada inovasi produk pangan fungsional berbasis kearifan lokal.

1. KAJIAN TEORITIS

a. Kajian Tentang *Crackers*

Crackers merupakan jenis biskuit yang dibuat dari adonan keras melalui fermentasi atau modifikasi kimawi, berbentuk pipih, memiliki cita rasa cenderung gurih atau asin, apabila dipatahkan memperlihatkan struktur penampang potongan yang berlapis-lapis. Karakteristik utama *crackers* komersial yang bermutu baik adalah memiliki kadar air yang sangat rendah, berkisar antara 2% hingga 4%, sehingga memiliki umur simpan yang relatif panjang dalam kemasan kedap udara tanpa memerlukan bahan pengawet artifisial. Kerenyahan tekstur *crackers* sangat dipengaruhi oleh pembentukan jaringan adonan dan penguapan air yang cepat selama proses pemanggangan di dalam oven.

b. Kajian Tentang Tepung Mocaf

Modified Cassava Flour (mocaf) adalah tepung singkong yang telah mengalami modifikasi dengan cara fermentasi menggunakan bakteri asam laktat (BAL). Selama proses fermentasi, terjadi aktivitas enzimatik yang menghancurkan dinding sel granula pati singkong dan menghidrolisis pati

menjadi komponen yang lebih sederhana. Proses ini mengubah karakteristik tepung singkong secara signifikan, meningkatkan viskositas, kemampuan gelasi, serta daya ikat air. Ketiadaan struktur gluten dalam mocaf menjadikannya bahan pangan fungsional yang aman bagi penderita intoleransi gluten, sementara sifat patinya yang tergradasi mendukung pembentukan rongga udara mikro yang berkontribusi pada kerenyahan produk *bakery* kering.

c. Kajian Tentang Beras Hitam

Beras hitam merupakan varietas beras fungsional yang mengandung pigmen antosianin tinggi pada lapisan perikarp dan aleuronnya. Antosianin termasuk dalam golongan senyawa flavonoid alami yang memiliki aktivitas antiosidan tinggi, berkhasiat melindungi sel tubuh dari stres oksidatif, inflamasi kronis, serta penyakit degeneratif, selain antosianin, beras hitam juga kaya akan serat pangan tidak larut (*insoluble dietary fiber*), vitamin E, B kompleks, serta mineral esensial seperti zat besi (Fe) dan zink (Zn). Pemanfaatan beras hitam dalam bentuk tepung memberikan warna ungu gelap kehitaman yang eksotis serta rasa kacang panggang (*nutty flavor*) yang khas pada produk olahan pangan.

d. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu mengenai aplikasi bahan lokal non-terigu pada produk biskuit dan *crackers* menjadi landasan empiris bagi pelaksanaan penelitian ini. Hasil-hasil studi tersebut disajikan secara komprehensif pada tabel berikut:

**INOVASI CRACKERS DENGAN PENAMBAHAN BERAS HITAM DAN
TEPUNG MOCAF SEBAGAI JAJANAN BERBASIS PANGAN LOKAL**

Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Hasil Utama
Uivarasan et al. (2021)	Whole Black Rice Flour Improves the Physicochemical, Glycemic, and Sensory Properties of Cracker Snacks	Substitusi tepung beras hitam meningkatkan kadar protein, serat, dan polifenol total; perlakuan dengan proporsi 50% menghasilkan tingkat penerimaan sensorik tertinggi.
Asmoro (2023)	Karakteristik dan Sifat Tepung Singkong Termodifikasi (Mocaf) dan Manfaatnya pada Produk Pangan	Penggunaan tepung mocaf memberikan perbedaan nyata pada sifat organoleptik warna, rasa, dan tekstur produk biskuit komposit.
Rahardjo et al. (2021)	Analisis Fisik serta Sensori Kue Kering dengan Campuran Tepung Mocaf, Oats, dan Bekatul	Proporsi campuran mocaf memengaruhi parameter kerenyahan dan warna kue kering secara signifikan seiring peningkatan bahan substitusi.
Utami & Fitriani (2022)	Antioxidant Activity and Organoleptic Quality of Crackers with Differences in Black Glutinous Tape	Penambahan bahan berbasis ketan hitam meningkatkan aktivitas antioksidan dan memberikan aroma fungsional yang disukai panelis.

e. Kerangka Berfikir

Pembuatan *crackers* komersial secara umum mengandalkan tepung terigu yang menyumbang matriks gluten elastis. Ketergantungan impor gandum melatarbelakangi upaya pencarian bahan baku pengganti dari komoditas lokal. Kombinasi tepung beras hitam dan tepung mocaf dipilih karena kedua bahan ini memiliki sifat fungsional yang saling melengkapi. Tepung beras hitam membawa kontribusi fungsional berupa antosianin, serat pangan, dan warna alami, sedangkan tepung mocaf menyumbangkan sifat pati termodifikasi yang mendukung kelembutan dan kerapuhan tekstur produk akhir. Melalui variasi perbandingan proporsi pencampuran kedua bahan tersebut, akan menjadi perubahan sifat fisikokimia adonan yang secara langsung memengaruhi penilaian organoleptik warna, aroma, rasa, kerenyahan, serta tingkat kesukaan keseluruhan dari panelis konsumen.

f. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dan jalinan teori yang ada, hipotesis dalam penelitian ini dirumuskan secara tersirat sebagai berikut: terdapat pengaruh nyata dari bahan variasi proporsi penambahan tepung beras hitam dan tepung mocaf terhadap karakteristik sensorik (warna, aroma, rasa, dan tekstur) serta tingkat kesukaan keseluruhan *crackers* jajanan fungsional berbasis pangan lokal yang dihasilkan.

2. METODE PENELITIAN

a. Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen murni (*true experimental design*) dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Desain eksperimen disusun untuk menguji pengaruh variasi variabel bebas berupa proporsi formulasi tepung komposit terhadap variabel terikat yang terdiri dari atribut mutu sensorik *crackers*. Penelitian ini menerapkan tiga perlakuan proporsi pencampuran bahan komposit dengan rincian perbandingan formula yang jelas.

b. Formulasi dan Prosedur Kerja

Bahan baku utama yang digunakan meliputi tepung terigu protein sedang, tepung beras hitam, tepung mocaf, margarin, susu full cream, dan

baking powder. Variasi perlakuan formulasi yang diuji dijabarkan sebagai berikut:

1. Perlakuan 1: Proporsi terdiri dari 86% tepung terigu protein sedang : 7% tepung beras hitam : 7% tepung mocaf.
2. Perlakuan 2: Proporsi terdiri dari 72% tepung terigu protein sedang : 14% tepung beras hitam : 14% tepung mocaf.
3. Perlakuan 3: Proporsi terdiri dari 58% tepung terigu protein sedang : 21% tepung beras hitam : 21% tepung mocaf.

Tahapan prosedur pembuatan produk *crackers* inovasi dijalankan secara sistematis melalui langkah-langkah mekanis berikut:

1. Persiapan Bahan Baku: Memastikan seluruh komponen bahan baku dalam keadaan segar, bermutu konstan, dan berasal dari batch produksi yang sama demi menjaga homogenitas.
2. Penimbangan dan Pengayakan: Menimbang komponen kering dan basah secara akurat dengan timbangan analitis. Melakukan pengayakan (*sifting*) tepung komposit untuk memisahkan gumpalan fisik.
3. Pencampuran Adonan (*Mixing*): Mengaduk margarin, gula halus, dan komponen cair, kemudian memasukkan campuran tepung secara bertahap menggunakan mixer hingga terbentuk massa adonan kalis homogen.
4. Pengistirahatan (*Dough Resting*): Membiarkan adonan diistirahatkan dalam wadah tertutup selama 15 menit agar struktur jaringan internal adonan lebih rileks dan lentur saat digiling.
5. Penggilingan (*Rolling*): Memipihkan lembaran adonan menggunakan rolling pin hingga mencapai tingkat ketebalan yang seragam (sekitar 2 mm).
6. Pemotongan dan Pelubangan (*Cutting & Docking*): Memotong adonan menjadi bentuk persegi sesuai standar, lalu menusuk permukaannya dengan garpu/*docking* pin untuk mengontrol pelepasan uap air sewaktu dipanggang.

7. Pemanggangan (*Baking*): Memanggang adonan di dalam oven bersuhu terkontrol 160°C selama kurang lebih 20 menit hingga matang sempurna dan renyah.

c. Teknik Pengumpulan Data

Data karakteristik sensori dikumpulkan melalui uji organoleptik menggunakan uji hedonik skala 5 poin (sangat tidak suka hingga sangat suka). Pengujian melibatkan instrumen panelis yang terdiri atas 30 panelis semi-terlatih (mahasiswa) dan 3 panelis terlatih (dosen) dari lingkungan akademisi tata boga. Atribut yang dievaluasi mencakup warna, aroma, rasa, tekstur, serta tingkat penerimaan kesukaan keseluruhan. Data ordinal hasil penilaian diolah secara statistik ANOVA menunjukkan adanya pengaruh perlakuan yang bermakna secara signifikan ($p > 0,05$), maka analisis dilanjutkan dengan uji lanjutan duncan untuk mendeteksi letak perbedaan nyata antar-kelompok perlakuan formulasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan terhadap produk inovasi *crackers* berbahan dasar beras hitam dengan penambahan tepung mocaf sebagai alternatif jajanan sehat. Formulasi produk mengombinasikan tepung beras hitam sebagai bahan utama fungsional dan tepung mocaf sebagai agen substitusi non-gluten, serta didukung bahan baku opsional berupa *baking powder*, susu *full cream*, dan margarin. Evaluasi sensori produk ini melibatkan 30 panelis semi-terlatih (mahasiswa Tata Boga) dan 3 panelis terlatih (dosen Tata Boga) yang menilai lima atribut utama: warna, aroma, tekstur, rasa, dan tingkat kesukaan keseluruhan (*overall acceptability*).

1. Karakteristik Sensorik Atribut Warna

Warna merupakan parameter organoleptik esensial yang memicu impresi visual pertama bagi konsumen terhadap suatu produk pangan. Berdasarkan analisis statistik uji ANOVA pada atribut warna crackers komposit, diperoleh

nilai F-hitung sebesar 2,840 dengan tingkat signifikansi sebesar 0,063 ($p > 0,05$). Hasil statistik ini membuktikan secara nyata bahwa variasi perbedaan formulasi proporsi tepung beras hitam dan tepung mocaf tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap persepsi warna crackers di mata panelis.

Secara empiris, Perlakuan 1 (proporsi beras hitam terendah) mencatatkan rerata nilai visual tertinggi, sedangkan Perlakuan 3 membuahkan nilai visual paling rendah (tampilan fisik paling gelap). Ketidadaan perbedaan yang signifikan secara statistik ini dipengaruhi oleh peran komplementer tepung mocaf. Tepung mocaf berkualitas memiliki derajat keputihan yang tinggi dan bersih. Sifat putih netral dari mocaf ini bertindak sebagai media pengompensasi atau pereduksi intensitas warna ungu gelap pekat yang dibawa oleh pigmen antosianin alami terlarut dari lapisan aleuron beras hitam. Hasilnya, gradasi warna visual dari ungu tua menuju kehitaman pada ketiga sampel crackers berada pada rentang batas persepsi visual yang relatif seragam dan dapat diterima secara merata oleh panelis sebagai ciri khas produk fungsional.

2. Karakteristik Sensorik Atribut Aroma

Aroma pada produk biskuit kering bersumber dari penguapan senyawa volatil bawaan bahan baku serta hasil reaksi kecokelatan non-enzimatis (Maillard) selama proses pengovenan. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap skor aroma menunjukkan nilai signifikansi yang lebih besar dari 0,05, mengindikasikan bahwa perbedaan perbandingan tepung komposit tidak memicu perbedaan aroma yang signifikan pada crackers.

Aroma harum khas yang bersumber dari pemanasan beras hitam berinteraksi secara harmonis dengan aroma gurih dari komponen lemak margarin dan susu full cream powder. Pemanasan beras hitam memicu pelepasan senyawa volatil esensial seperti golongan alkaloid dan 2-acetyl-1-pyrroline yang memberikan kontribusi aroma mirip wangi pandan atau kacang panggang (nutty aroma). Keberadaan tepung mocaf turut mendukung penerimaan aroma ini, karena proses fermentasi selama pembuatan mocaf terbukti efektif mengeliminasi senyawa antigizi serta bau apek khas singkong segar, mengubahnya menjadi aroma netral yang sedikit manis. Oleh karena itu, seluruh variasi crackers inovasi ini dinilai memiliki profil aroma yang konstan dan disukai panelis tanpa ada satu formulasi yang menyimpang.

3. Karakteristik Sensorik Atribut Tekstur

Tekstur merupakan parameter penentu kualitas yang paling krusial bagi produk pangan jenis crackers, yang secara ideal menuntut karakteristik renyah (crispy), rapuh, dan tidak keras saat digigit. Hasil uji ANOVA pada parameter tekstur menghasilkan nilai F-hitung sebesar 5,258 dengan nilai signifikansi sebesar 0,007 ($p < 0,05$). Nilai signifikansi yang jauh lebih kecil dari ambang batas 0,05 ini menunjukkan secara valid bahwa variasi formulasi proporsi tepung beras hitam dan tepung mocaf memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap karakteristik tekstur produk crackers.

Data penilaian mencatat rerata skor tekstur tertinggi diperoleh oleh Perlakuan 1 (skor 2,36), diikuti Perlakuan 2 (skor 2,26), dan posisi terendah ditempati oleh Perlakuan 3 (skor 2,00). Ditinjau dari prinsip ilmu pangan, tepung beras hitam dan tepung mocaf merupakan bahan pangan komoditas lokal yang sepenuhnya bebas dari protein gluten (gluten-free). Penurunan nilai elastisitas adonan akibat ketiadaan protein gliadin dan glutenin menyebabkan adonan kehilangan kemampuan optimal untuk membentuk matriks tiga dimensi viskoelastis yang bertugas memerangkap gelembung udara atau gas selama pemanggangan.

Seiring dengan semakin tingginya persentase penambahan tepung beras hitam dan mocaf (seperti pada Perlakuan 3), struktur dinding sel sereal crackers setelah dipanggang menjadi lebih padat, rigid, dan kompak karena tingginya kandungan serat kasar terikat. Komponen pati mocaf yang mengalami gelatinisasi sebagian selama fermentasi memang membantu mengikat air dengan baik pada fase adonan basah, namun pelepasan air yang cepat saat pengovenan menyisakan rongga makro yang rapuh. Perpaduan ini menyebabkan crackers dengan substitusi tinggi cenderung memiliki tekstur yang lebih masif dan kurang mengembang dibandingkan crackers berbahan terigu 100%. Namun demikian, kerenyahan yang dihasilkan tetap dinilai unik dan memenuhi ekspektasi tekstur jajanan sehat berdaya kenyang tinggi.

4. Karakteristik Sensorik Atribut Rasa

Rasa merupakan perpaduan kompleks dari stimulasi kimiawi pada indra pengecap lidah konsumen sewaktu produk pangan dikunyah dan bercampur dengan saliva. Hasil evaluasi statistik ANOVA terhadap atribut rasa crackers inovasi menghasilkan nilai F-hitung sebesar 0,165 dengan angka signifikansi mencapai 0,849 ($p > 0,05$). Hal ini mengonfirmasi secara mutlak bahwa perbedaan ragam formulasi proporsi tepung lokal tidak memberikan dampak atau pengaruh yang nyata terhadap persepsi rasa dari produk crackers.

Beras hitam secara ilmiah memiliki profil rasa bawaan (aftertaste) yang agak kelat, sepat, atau sedikit pahit. Karakteristik rasa spesifik ini muncul sebagai konsekuensi logis dari tingginya akumulasi senyawa golongan polifenol, tanin, dan senyawa antioksidan pekat di lapisan kulit ari (aleurone) beras hitam. Walau demikian, kemunculan rasa sepat tersebut berhasil diredam secara efektif berkat kehadiran tepung mocaf di dalam formulasi. Tepung mocaf membawa sentuhan rasa manis-netral halus yang bersumber dari proses hidrolisis parsial granula pati oleh mikroba fermentasi menjadi gula-gula sederhana reduksi. Sinergi rasa manis dari mocaf serta kontribusi rasa gurih (savory) yang kuat dari penggunaan margarin dan laktosa susu full cream mampu menyamarkan rasa sepat antosianin, menghasilkan crackers dengan cita rasa gurih yang seimbang pada seluruh level perlakuan.

5. Karakteristik Sensorik Atribut Tingkat Kesukaan Keseluruhan

Atribut tingkat kesukaan keseluruhan mencerminkan rangkuman penilaian sensorik komprehensif dari panelis yang mengintegrasikan seluruh dimensi organoleptik, meliputi keselarasan warna, aroma, rasa, dan tekstur saat produk dikonsumsi. Berdasarkan uji ANOVA untuk parameter overall acceptability, diperoleh nilai F-hitung sebesar 4,720 dengan tingkat signifikansi sebesar 0,011 ($p < 0,05$). Hasil pengujian ini memvalidasi bahwa variasi formulasi tepung lokal berpengaruh nyata terhadap tingkat penerimaan konsumen secara menyeluruh. Analisis data menunjukkan bahwa Perlakuan 3 (dengan tingkat penambahan tertinggi yaitu 21% tepung beras hitam dan 21% tepung mocaf) secara konsisten dipilih sebagai formulasi terbaik yang paling disukai oleh panelis secara integratif, dengan raihan rerata skor penerimaan tertinggi sebesar 1,92.

Terpilihnya formulasi dengan konsentrasi bahan lokal tertinggi ini mengindikasikan adanya fenomena toleransi sensoris fungsional yang positif di kalangan panelis. Meskipun pada pengujian parameter tunggal tekstur dan warna, Perlakuan 3 menghasilkan crackers yang lebih padat dan berwarna ungu gelap pekat, namun ketika dinilai sebagai satu kesatuan utuh, panelis justru memberikan preferensi tertinggi. Penampilan warna ungu gelap dinilai eksotis dan mencerminkan citra pangan sehat asli, ditemani aroma nutty panggang yang kuat serta rasa gurih yang solid. Hal ini membuktikan produk inovasi ini memiliki profil sensoris yang kompetitif dan berpotensi besar disukai sebagai jajanan komersial sehat.

B. Hasil Produk Terbaik

Berdasarkan akumulasi hasil uji organoleptik komprehensif, Perlakuan 3 dengan proporsi penambahan 21% tepung beras hitam dan 21% tepung mocaf ditetapkan sebagai formula produk terbaik dengan raihan rata-rata tingkat kesukaan tertinggi sebesar 1,92. Produk terbaik ini sukses menyajikan keseimbangan mutu sensori fungsional melalui profil spesifik berikut:

1. Warna

Menampilkan identitas visual warna ungu gelap pekat yang homogen akibat kandungan antosianin alami yang tinggi tetapi kepekannya tetap terkontrol estetis berkat efek kompensasi dari derajat putih tepung mocaf.

2. Aroma

Menghasilkan keharuman *bakery* yang kuat dengan pendar aroma *nutty* khas senyawa *2-acetyl-1-pyrroline* dari pemanasan beras hitam bebas dari bau apek singkong karena efektivitas fermentasi BAL pada mocaf.

3. Tekstur

Walaupun memiliki matriks *gluten-free* yang cenderung padat dan mengikat air akibat serat kasar beras hitam kerenyahan dan kerapuhannya diselamatkan oleh komponen pati mocaf terfermentasi. Penguapan air yang cepat saat pengovenan memicu terbentuknya rongga-rongga mikro (*micro-pores*) internal yang menjaga struktur renyah khas *crackers*.

4. Rasa

Mencapai titik keseimbangan rasa gurih komersial yang kompetitif. Kehadiran karbohidrat terlarut manis hasil hidrolisis pati mocaf secara fungsional berhasil menutupi (*masking*) *aftertaste* sepat dari komponen polifenol kulit ari beras hitam.

5. Tingkat Kesukaan Keseluruhan

Perolehan nilai rata-rata tingkat kesukaan tertinggi (1,92) menegaskan bahwa perlakuan 3 merupakan inovasi produk terbaik yang sangat bersinegri secara keseluruhan. Meskipun secara tampilan visual produk ini memiliki warna yang paling gelap, akumulasi penerimaan panelis terhadap kompensasi warna netral dari mocaf, keharuman aroma *nutty*, rekayasa tekstur *gluten-free* yang

tetap renyah berkat rongga mikro, serta rasa sepat yang berhasil tersamarkan menjadikan produk jajanan fungsional yang unggul. Hal ini menunjukkan bahwa *crackers* berbasis komposit 21% tepung beras hitam dan 21% mocaf memiliki potensi besar untuk diterima oleh konsumen sebagai alternatif pangan lokal yang bermanfaat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa inovasi *crackers* dengan penambahan beras hitam dan tepung mocaf sebagai jajanan berbasis pangan lokal. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data mengenai inovasi crackers dengan penambahan beras hitam dan tepung mocaf, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi proporsi tepung beras hitam dan tepung mocaf memberikan pengaruh signifikan terhadap atribut tekstur dan tingkat kesukaan keseluruhan (*overall acceptance*) produk *crackers*. Sebaliknya, perbedaan formulasi tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap atribut warna, aroma, dan rasa, yang mengindikasikan bahwa inovasi pangan lokal ini mampu menghasilkan profil sensori yang stabil dan dapat diterima secara konsisten oleh panelis.
2. Perlakuan 3 ditetapkan sebagai formulasi terbaik yang paling disukai oleh panelis karena memiliki karakteristik sensori paling seimbang, optimal, dan berpotensi tinggi sebagai produk jajanan pangan fungsional.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemukan selama pelaksanaan tugas akhir ini, beberapa saran yang dapat direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Optimasi Tekstur: Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai modifikasi teknik pengolahan untuk memperbaiki karakteristik tekstur adonan bebas gluten (*gluten-free*), seperti pengaturan waktu pendiaman adonan (*resting time*), optimasi suhu dan durasi pemanggangan, serta variasi konsentrasi agen pengempuk alami demi meningkatkan kerenyahan produk.

2. Validasi Fisikokimia Laboratorium: Disarankan melakukan pengujian fisik secara objektif menggunakan *Texture Analyzer* (kekerasan dan kerenyahan) dan *Chromameter* (derajat warna kuantitatif). Selain itu, diperlukan analisis kimia komprehensif yang mencakup uji proksimat, kadar serat pangan total (*total dietary fiber*), kadar antosianin, serta aktivitas antioksidan untuk memperkuat validitas ilmiah klaim pangan fungsionalnya.
3. Uji Masa Simpan (*shelf-life*): Diperlukan pengujian masa simpan dan penentuan jenis pengemasan yang paling optimal pada formula terbaik (Perlakuan 3) untuk mengevaluasi stabilitas produk terhadap kelembapan dan ketengikan sebelum diimplementasikan pada skala UMKM.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih dan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada Laboratorium Pengolahan Makanan Program Studi Sarjana Terapan Tata Boga, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya atas fasilitas peralatan oven, mixer, dan instrumen pengujian sensori yang disediakan selama proses eksperimen berlangsung. Terima kasih juga diucapkan kepada segenap jajaran dosen penguji dan tim panelis atas kontribusi objektifnya di dalam menyukseskan pengambilan data organoleptik penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Amalia, R., dkk. (2023). Industri Makanan Ringan dan Tren Gaya Hidup Sehat Masyarakat Urban. *Jurnal Pangan dan Ekonomi Tradisional*, 14(3), 245–257.
- Aminullah, M., & Suradi, K. (2024). Perkembangan Teknologi Pengolahan Biskuit Kering dan Crackers di Indonesia. *Journal of Food Engineering and Innovation*, 12(1), 34–45.
- Asmoro, N. W. (2023). Karakteristik dan Sifat Tepung Singkong Termomodifikasi (Mocaf) dan Manfaatnya pada Produk Pangan. *Jurnal Polbangtan Yoma*, 11(2), 89–98.
- Israwati, I., dkk. (2022). Studi Umur Simpan dan Kadar Air Kritis Produk Crackers Substitusi Bahan Lokal. *Jurnal Teknologi Pangan Terapan*, 9(2), 112–120.
- Kusumaningrum, A., dkk. (2019). Karakteristik Fisikokimia dan Rheologi Tepung Mocaf Hasil Fermentasi Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 7(4), 15–24.

- Latifa, S., dkk. (2019). Ekstraksi Antosianin Beras Hitam (*Oryza sativa* L.) dan Aplikasinya sebagai Pewarna dan Antioksidan Alami Olahan Bakery. *Jurnal Ilmu Pangan fungsional*, 5(2), 77–85.
- Maulina, L., & Sufianti, H. (2025). Analisis Kesadaran Kesehatan Konsumen Modern Terhadap Preferensi Jajanan Rendah Gluten. *Jurnal Gizi dan Kesehatan Masyarakat*, 18(1), 102–115.
- Rahardjo, S., Nugroho, A., & Saibele, G. (2021). Analisis Fisik serta Sensori Kue Kering dengan Campuran Tepung Mocaf, Oats, dan Bekatul. *Jurnal Sains Teknologi Pangan Yudharta*, 6(2), 143–152.
- Uivarasan, V., et al. (2021). Whole Black Rice Flour Improves the Physicochemical, Glycemic, and Sensory Properties of Cracker Snacks. *MDPI Foods Journal*, 10(8), 1845. Utami, L., & Fitriani, H. (2022). Antioxidant Activity and Organoleptic Quality of Crackers with Differences in the Addition of Black Glutinous Tape and Baking Powder. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan Indonesia*, 10(2), 77–88.
- Widodo, B., & Qurani, M. (2024). Characterization of Black Rice Flour and Its Application in Bakery Products. *Journal of Food Research and Innovation*, 17(1), 19–29.
- Zahroh, A., & Agustini, R. (2021). Perbandingan Kandungan Serat Pangan dan Indeks Glikemik antara Beras Putih dan Beras Hitam Lokal. *Jurnal Gizi dan Pangan Fungsional*, 8(1), 54–63.