

KARAKTERISASI ROTI BOLU MANIS BERBASIS MOCAF (*Modified Cassava Flour*) TERKOMPOSIT SERBUK DAUN KELOR SEBAGAI SUMBER ANTIOKSIDAN ALAMI

Characterization of Gluten-Free Sweet Sponge Bread Made From MOCAF Composite with Moringa Leaf Powder As a Natural Antioxidant Source

Herlina^{1*}, Siti Nur Shaidah¹, Asmak Afriliana¹, Yuli Wibowo², Siswoyo Soekarno³, Andy Eko Wiyono²

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian –Universitas Jember
Jl. Kalimantan No. 37 Jember 68121

²Program Studi Teknologi Industri Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian –Universitas Jember
Jl. Kalimantan No. 37 Jember 68121

³Program Studi Teknik Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian –Universitas Jember
Jl. Kalimantan No. 37 Jember 68121

*Penulis Korespondensi, email : lina.ftp@unej.ac.id

Disubmit : 24 October 2023

Direvisi : 26 Agustus 2024

Diterima : 31 Agustus 2024

ABSTRAK

Roti bolu manis berbasis MOCAF terkomposit serbuk daun kelor merupakan salah satu inovasi produk pangan olahan non gluten. Penggunaan MOCAF sebagai bahan pengganti terigu aman untuk penderita yang intoleran terhadap gluten. Serbuk daun kelor yang kaya akan protein, serat, dan senyawa bioaktif dapat meningkatkan nilai gizi dan fungsional roti bolu manis. Penelitian ini berguna mengidentifikasi pengaruh rasio MOCAF dan serbuk daun kelor terhadap karakteristik fisik, kimia dan sensori roti bolu manis berbasis MOCAF terkomposit serbuk daun kelor. Rancangan penelitian berbasis Rancangan Acak Lengkap (RAL) serta 4 (empat) ulangan perlakuan. Faktor perlakuan adalah rasio MOCAF dan serbuk daun kelor, yaitu: (A1)=100:0; (A2)=98:2; (A3)=96:4; (A4)= 94:6; (A5)=92:8; dan (A6)=90:1. Hasil penelitian yaitu rasio MOCAF dan serbuk daun kelor berpengaruh terhadap sifat fisik, kimia, dan sensori. Perlakuan terbaik berdasarkan uji efektivitas pada perlakuan A4 dengan rasio MOCAF 96 g dan serbuk daun kelor 4 g dengan nilai daya kembang 18,22%; kadar air 28,33%; kadar protein 9,56%; kadar serat kasar 2,91%; aktivitas antioksidan 53,46%; dan polifenol total 0,45 mg GAE/g, tingkat kesukaan pada atribut rasa 5,16; aroma 4,60; warna 4,52; tekstur 4,24; dan keseluruhan 3,96.

Kata kunci: Aktivitas Antioksidan; MOCAF; Roti Bolu Manis; Serbuk Daun Kelor

ABSTRACT

Sweet sponge bread based on MOCAF composited with Moringa leaf powder is one of the innovations in non-gluten processed food products. Using MOCAF as a substitute for wheat is safe for people who are gluten intolerant. Moringa leaf powder, which is rich in protein, fiber, and bioactive compounds, can increase the nutritional and functional value of sweet sponge cake. This research is useful in identifying the effect of the MOCAF and Moringa leaf powder ratio on the physical, chemical, and sensory characteristics of sweet sponge cake based on MOCAF composited with Moringa leaf powder. The research design was based on a Completely Randomized Design (CRD) and 4 (four) treatment replications. The treatment factor is the ratio of MOCAF and Moringa leaf powder, namely: (A1)=100:0; (A2)=98:2; (A3)=96:4 ; (A4)= 94:6; (A5)=92:8; and (A6)=90:1. The results of the research were that the ratio of MOCAF and Moringa leaf powder affected physical, chemical and sensory properties. The best

treatment based on the effectiveness test was treatment A4 with a ratio of 96 g MOCAF and 4 g Moringa leaf powder and a swelling power value of around 18.22%; water content 28.33%; protein content 9.56%; crude fiber content 2.91%; antioxidant activity 53.46%; and total polyphenols 0.45 mg GAE/g, level of liking for taste attributes 5.16; aroma 4.60; color 4.52; texture 4.24; and overall 3.96.

Keywords: Antioxidant Activity; MOCAF; Moringa Leaf Powder; Sweet Sponge Bread

PENDAHULUAN

Terigu sering dijadikan sebagai bahan baku utama pada industri *bakery*. Jumlah dan kualitas gluten sangat berpengaruh pada karakteristik adonan roti. Hal tersebut dikarenakan gluten berperan penting dalam membentuk massa viskoelastik selama proses fermentasi (Krissetiana *et al.*, 2020.) Data Badan Pusat Statistik tahun 2022 melaporkan volume impor gandum di Indonesia selama 11 tahun (2010-2020) mengalami peningkatan yang signifikan dengan peningkatan tertinggi tahun 2016 sekitar 10,534 juta ton. Tingginya volume impor gandum dapat menimbulkan masalah terhadap ketergantungan pemenuhan terigu sebagai bahan baku utama pembuatan roti. Masyarakat modern saat ini membutuhkan makanan yang tidak hanya enak rasanya, namun juga yang mempunyai efek nutraceutical dan bebas gluten. Kandungan gluten pada terigu berbahaya bagi penderita *Autism Spectrum disorder* (ASD) dan intoleransi gluten (Risti dan Rahayuni, 2013). Selain itu konsumsi gluten yang berlebihan akan berdampak buruk pada tubuh salah satunya dapat memicu kadar gula darah yang dapat menyebabkan terjadinya penyakit diabetes (Dahlia, 2014). Berdasarkan hal tersebut, diperlukan bahan alternatif lain yang memiliki karakteristik mirip terigu, bahan lokal yang mempunyai karakteristik mirip terigu adalah MOCAF.

MOCAF adalah tepung singkong terfermentasi dengan bantuan asam laktat (Yasa *et al.*, 2016). Menurut Nurdin *et al.* (2018), MOCAF memiliki warna lebih putih, tidak berbau, mudah larut dan menyerap air, kemampuan gelasi, serta peningkatan viskositas yang baik. MOCAF tergolong sebagai sumber karbohidrat yang kompleks kadar pati 87,3% per 100 g sehingga memiliki daya cerna pati yang baik (Pontang dan Wening, 2021). Data

Kemenkes RI tahun 2019 menyebutkan bahwa MOCAF memiliki kandungan karbohidrat sekitar 85,0% dan protein sekitar 1,2% sedangkan terigu memiliki kandungan karbohidrat sekitar 77,0% dan protein 8,0%. Hal tersebut menyebabkan MOCAF dapat dijuluki sebagai tepung kaya karbohidrat, tetapi rendah kandungan protein, serat, dan nilai fungsional kesehatan. Berdasarkan kondisi tersebut diperlukan bahan komposit serbuk daun kelor untuk meningkatkan nilai gizi dan nilai fungsional kesehatan.

Kelor atau merunggai (*Moringa oleifera*) merupakan tumbuhan tropis yang bagian daunnya memiliki nilai gizi tinggi mengandung protein sekitar 28,25% dalam 100 g tepung daun kelor (Zakaria *et al.*, 2012). Daun kelor kaya senyawa fenolik yang berfungsi sebagai anti-oksidatif bagi manusia (Devisetti *et al.*, 2016). Sengev *et al.* (2013) melaporkan peningkatan bubuk daun kelor pada roti dapat meningkatkan kualitas roti dan nilai fungsionalnya. Daun kelor mengandung berbagai jenis senyawa fitokimia, salah satunya adalah fenolik sekitar 33,12 mg GAE/g yang dapat berperan sebagai antioksidan (Abouel-Yazeed, 2019). Menurut Najla (2021), roti manis yang ditambahkan tepung daun kelor sebanyak 2% sangat disukai oleh panelis dengan kadar protein lebih tinggi dibanding roti tanpa tepung. Penelitian Bourekoua *et al.* (2018) juga menyebutkan bahwa penambahan bubuk daun kelor secara signifikan dapat meningkatkan kandungan total polifenol dan aktivitas antioksidan roti tawar.

Penelitian terkait penambahan tepung daun kelor untuk diaplikasikan pada produk pangan misalnya cookies (Dewi, 2018; Sari dan Adi, 2017), biskuit MOCAF (Augustyn *et al.*, 2017), crackers (Mazidah *et al.*, 2018), dan mie (Rahmi *et al.*, 2019) sudah dilakukan, sedangkan aplikasinya untuk roti bolu manis belum

dilakukan. Oleh karena itu, sangat diperlukan penelitian tentang penggunaan MOCAF dan serbuk daun kelor pada berbagai rasio terhadap karakteristik fisik, kimia dan sensoris roti bolu manis, serta menentukan rasio MOCAF dan serbuk daun kelor yang tepat sehingga dihasilkan roti bolu manis dengan karakteristik yang baik dan disukai.

METODE

Bahan untuk pembuatan roti bolu manis adalah MOCAF merk Mocafine dan serbuk daun kelor yang diperoleh dari toko Margo Jendra (Bojonegoro, Indonesia), telur ayam, garam merk Cap Kapal, gula kristal putih merk Gulaku, susu skim bubuk merk NZMP, margarin merk Blueband, air merk Al Qodiri, dan ragi instan merk fermipan didapat dari Istana Kue (Jember, Indonesia). Bahan kimia untuk analisis terdiri dari H₂SO₄ (Merck), akuades, etanol 96% (Sigma), reagen DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrasi), reagen Follin Ciocalteu (Sigma), Na₂CO₃ (Merck), asam galat (Sigma), NaOH(Sigma), K₂SO₄ (Merck), SeOCl₂(Sigma), H₃BO₃(Merck), HCl 0,02N (Merck), dan indikator MB (Sigma).

Alat untuk pembuatan roti bolu manis adalah dan analisis adalah oven listrik (Sharp) beserta loyang, cetakan kue aluminium ukuran sedang dan kuas yang

diperoleh dari toko Jecho Tobaku (Jember, Indonesia), *mixer* (Maspion MT-1150), neraca analitik Ohaus (Ap-310-O), timbangan (Sojiky), ayakan 100 mesh, tabung reaksi (Pyrex 20 mL), vortex (IKA), waterbath (Selecta), colour reader (tipe CR-10), rheotex (SD-700), cawan porselen, beaker glass (Pyrex), spektrofotometer (Thermo Scientific Genesys 10S UV-Vis), labu ukur, pipet volume, pipet tetes, magnetic stirrer (Stuart Scientific), SEM (Hitachi *type* 300), Erlenmeyer (Pyrex), gelas ukur (Pyrex 100 mL), desikator, oven, penjepit, spatula, alat ekstraktor soxhlet (Pyrex), mortar, dan alu.

Penelitian ini berbasis Rancangan Acak Lengkap (RAL) factor Tunggal dengan Rasio MOCAF dan serbuk daun kelor yang digunakan adalah (A1) = 100:0; (A2) = 98:2; (A3) = 96:4; (A4) = 94:6; (A5) = 92:8; dan (A6) = 90:10. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali. Penelitian ini terdiri dari 3 tahapan. Tahap pertama yakni membuat roti bolu manis yang mengacu pada penelitian Kartikasari *et al.* (2019) dengan modifikasi. Komposisi bahan untuk pembuatan roti bolu manis berbasis MOCAF terkomposit serbuk daun kelor dapat dilihat pada Tabel 1. Tahapan kedua yaitu penentuan karakteristik fisik, kimia, dan sensori roti bolu manis. Tahapan ketiga yaitu penentuan perlakuan terbaik dan disukai menggunakan uji efektivitas.

Tabel 1. Komposisi bahan untuk pembuatan roti bolu manis berbasis MOCAF terkomposit serbuk daun kelor

Komposisi Bahan	Formulasi Bahan					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
MOCAF (g)	100	98	96	94	92	90
Serbuk daun kelor (g)	0	2	4	6	8	10
Air (g)	75	75	75	75	75	75
Gula (g)	25	25	25	25	25	25
Garam (g)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Susu bubuk (g)	10	10	10	10	10	10
Margarin (g)	20	20	20	20	20	20
Telur (g)	20	20	20	20	20	20
Fermipan (g)	4	4	4	4	4	4

Pembuatan Roti Bolu Manis

Pembuatan roti bolu manis dengan rasio persentase MOCAF dan serbuk daun

kelor diawali pelarutan 4 g ragi instan dan 5 g gula menggunakan 5 mL air terlebih dahulu kemudian didiamkan dalam

kondisi tertutup selama 10 menit untuk menyempurnakan fermentasi ragi. Setelah ragi mengembang, dilanjutkan dengan pencampuran bahan yaitu MOCAF dan serbuk daun kelor pada berbagai rasio (sesuai perlakuan), gula 5 g, susu skim bubuk 10 g, telur 20 g kemudian diaduk hingga homogen dengan mixer kecepatan 1 dalam waktu 1 menit. Selanjutnya dilakukan penambahan air sebanyak 70 g dan diaduk hingga tercampur/homogen dengan mixer pada kecepatan 1 dalam waktu 1 menit. Setelah itu dilakukan penambahan garam 1,5 g sembari tetap diaduk. Kemudian dilakukan penambahan margarin 20 g dan tetap diaduk. Setelah adonan kalis, adonan dipindah ke wadah cetak pada berat total 50 g diistirahatkan selama 5 menit. Selanjutnya adonan diletakkan dalam *waterbath* untuk *proofing* pada suhu 45°C selama 10 menit. Proses *proofing* selesai ditandai dengan meningkatnya volume adonan roti bolu manis. Setelah itu, adonan dipanggang di oven bersuhu 225°C sekitar 25 menit. Kemudian, roti dikeluarkan dari oven dan didinginkan. Setelah itu, roti ditata dalam kemasan *thinwall* 300 mL dan diberi kode untuk dilakukan pengamatan dan pengujian.

Daya Kembang (AACC, 2000)

Pengujian daya kembang roti bolu manis menggunakan metode *seeds displacement* dilakukan dengan cara mengganti sampel menggunakan millet untuk mengetahui volumenya. Pertama, millet dituangkan ke dalam cetakan roti hingga penuh, kemudian bagian atasnya diratakan menggunakan penggaris. Selanjutnya dengan menggunakan gelas ukur, volume millet dalam cetakan ditentukan sebagai (V1). Selanjutnya pindahkan adonan roti bolu manis ke dalam cetakan yang telah diketahui volumenya. Isi cetakan dengan millet hingga terisi penuh, lalu gunakan penggaris untuk meratakan bagian atasnya. Selanjutnya dengan menggunakan gelas ukur, volume millet dalam cetakan ditentukan sebagai V2. Dengan menggunakan wadah yang volumenya diketahui, volume roti dihitung. Selanjutnya millet dimasukkan ke dalam

cetakan hingga terisi penuh secara merata. Selanjutnya, millet yang ada dalam cetakan diukur volumenya dengan gelas ukur sebagai (V3). Daya kembang roti bolu manis dinyatakan dalam persen berdasarkan Persamaan (1).

$$\text{Daya Kembang (\%)} = \frac{(V1-V3)-(V1-V2)}{(V1-V2)} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Tekstur

Pengukuran tekstur dilakukan menggunakan alat *rheotex* yang diawali dengan mengaktifkan alat dan meletakkan jarum tepat di atas tempat *test*. Pengaturan jarak jarum dilakukan secara bersamaan menekan tombol *distance* dan *hold*. Tombol *distance* berfungsi untuk menentukan kedalaman jarum saat menusuk roti bolu manis diatur pada kedalaman 8,00 mm. Kemudian roti bolu manis diletakkan di tempat uji tepat di bawah jarum *rheotex* dilanjutkan dengan menekan tombol start dan membaca hasil pengukuran yang tertera pada layar dalam satuan g/mm. Pengukuran tekstur roti bolu manis dilakukan sebanyak 3× pada titik yang berbeda kemudian dihitung rata-rata nilai tekstur yang dihasilkan.

Warna (Hutching, 1999)

Pengukuran warna pada roti bolu manis diukur dengan alat *colour reader*. Pengukuran tingkat kecerahan warna (*lightness* atau L). Prosedur pengukuran warna diawali dengan cara pengaktifan dan standarisasi alat. Nilai L standart diperoleh dengan cara menempelkan ujung alat di atas keramik atau kertas putih dilanjutkan dengan menekan tombol uji. Roti bolu manis diiris melingkar menjadi dua bagian. Setelah itu, ujung lensa ditempelkan pada permukaan bagian dalam roti bolu manis untuk diamati. Pengukuran warna dilakukan sebanyak 3× pada titik yang berbeda kemudian dihitung rata-rata nilai warna yang dihasilkan.

Staleness (AACC, 2005)

Staleness dilakukan dengan cara mengukur selisih tekstur sampel roti bolu manis setelah penyimpanan dan sebelum penyimpanan. Tekstur roti diukur 6 jam

keluar dari oven yang dinyatakan hari ke-0 dan dilanjutkan hari ke-1, 2, 3, dan 4. Selama penyimpanan, roti diletakkan di tempat plastik dengan ruangan yang terbuka. Kemudian disimpan pada suhu ruang (26-30°C). Nilai *staleness* dapat dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$\Delta \text{Tekstur} = \text{Tekstur setelah penyimpanan} - \text{Tekstur sebelum penyimpanan} \dots\dots\dots (2)$$

SEM (Varriano dan Marston, 1977)

Analisis SEM (*Scanning Electron Microscope*) merupakan metode pengambilan gambar untuk mengetahui mikrostruktur sampel. Alat yang digunakan adalah unit Scanning Electron Microscope Hitachi *type* 300. Proses pengambilan gambar dilakukan dengan cara meletakkan dan menempelkan sampel pada SEM *specimen holder* berbasis *carbon double tipe* serta penampang melintang (*cross section*) dengan vertikal ke atas atau lensa objektif, dengan perbesaran 1000x.

Kadar Air (BSN, 1992)

Kadar air roti bolu manis dianalisis menggunakan metode oven. Sampel ditimbang hingga didapatkan berat konstan yang diasumsikan bahwa kandungan air di dalamnya sudah diuapkan. Tahap pertama, dilakukan pengeringan botol timbang dengan suhu 105°C sekitar 60 menit, dilanjutkan pendinginan botol timbang pada desikator sekitar 15 menit untuk menurunkan suhu dan menstabilkan RH pada alat. Setelah itu dilanjutkan dengan penimbangan botol timbang sebagai berat A gram. Tahap kedua, botol ukur seberat B gram diisi dengan 2 g sampel, dan botol timbang serta sampel dikeringkan di oven sekitar 3 jam bersuhu 105-110°C. Setelah 15 menit pendinginan terus menerus dalam desikator, timbang sampel untuk menentukan C gramnya. Sampai berat yang konsisten tercapai, ulangi proses ini. Perhitungan kadar air menerapkan rumus pada Persamaan (3).

$$\text{Kadar Air} = \frac{B - C}{B - A} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- A = berat botol timbang kosong setelah dikeringkan (g)
- B = berat botol timbang kosong + sampel sebelum pengeringan (g)
- C = berat botol timbang kosong + sampel setelah pengeringan (g)

Kadar Protein Roti Bolu Manis (BSN, 1992)

Analisis kadar protein sampel roti bolu manis dengan metode kjeldahl. Roti bolu manis sejumlah 0,5 g dicampurkan pada labu kjedahl 100 mL. Selanjutnya dilakukan penambahan asam sulfat pekat (H₂SO₄) sebanyak 2 mL dan selenium oksiklorida (SeOCl₂) sebanyak 0,9 g. Tahap berikutnya dilakukan destruksi selama 60 menit. Selanjutnya dilakukan penambahan 40 mL aquades untuk proses destilasi. Hasil proses distilasi dikumpulkan dalam Erlenmenyer yang telah diisi indikator metil biru (MB) dan 15 mililiter larutan asam borat (H₃BO₃) 4%. kemudian ditambahkan HCl 0,01 N untuk dititrasi hingga warna menjadi biru. Tahap selanjutnya dilakukan perumusan blanko yang sama tanpa sampel (roti bolu manis) Perhitungan kadar protein roti bolu manis menggunakan Persamaan (4) dan (5).

$$\text{Kadar N (\%)} = \frac{\text{mL HCl} - \text{mL blanko}}{\text{berat sampel (g)} \times 100} \times \text{N HCl} \times 14,008 \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \%N \times \text{faktor konversi (6,25)} \dots\dots\dots (5)$$

Kadar Serat Kasar (BSN, 1992)

Kadar serat kasar roti bolu manis dilakukan dengan cara diukur sekitar ± 2,5 g sampel dihancurkan dan diekstraksi lemaknya menggunakan Soxhlet. Selanjutnya, 200 mL larutan H₂SO₄ mendidih (1,25 g H₂SO₄ pekat/100 mL = 0,225 N H₂SO₄) ditambahkan ke dalam sampel yang telah diekstraksi dalam labu Erlenmeyer 600 mL. Labu kemudian ditutup pendingin terbalik dan dibiarkan mendidih sekitar 30 menit. Kertas saring kemudian digunakan untuk menyaring suspensi dan residu yang tersisa, dan dibersihkan dengan 200 mL air suling

mendidih hingga kertas tidak lagi bersifat asam (dikonfirmasi dengan kertas lakmus). Dengan menggunakan spatula, keluarkan sisa kertas saring ke dalam Erlenmeyer. Cuci sisa residu dengan 200 mL larutan NaOH mendidih (1,25 g NaOH/100 mL = 0,313 N NaOH) hingga seluruhnya berada di dalam Erlenmeyer. Setelah itu direbus selama 30 menit dengan menggunakan pendingin terbalik dan disaring melalui kertas saring kering untuk mendapatkan beratnya (A g). Setelah itu, air sulingan mendidih, ± 15 mL alkohol 95%, dan larutan K₂SO₄ 10% digunakan untuk mencuci kertas saring yang mengandung residu. Kertas saring dimasukkan dalam oven bersuhu 110°C sekitar 1-2 jam. Setelah itu, kertas saring dibiarkan dingin dalam desikator sebelum ditimbang (B g). Perhitungan serat kasar menggunakan Persamaan (6).

$$\text{Kadar serat kasar} = \frac{\text{Berat serat kasar}}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Aktivitas Antioksidan (Yamaguchi *et al.*, 2000)

Aktivitas antioksidan roti bolu manis dianalisis dengan metode DPPH. Dimasukkan dalam tabung reaksi ekstrak sampel yang telah homogeny sekitar 0,1 mL, 1,9 mL etanol pa dan 2 mL DPPH. Dengan menjebak radikal bebas dalam sampel melalui polifenol, penambahan DPPH digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan. Selanjutnya, gunakan pusran untuk menghomogenkan campuran. Aluminium foil digunakan untuk menutupi seluruh tabung reaksi untuk mencegah kontaminasi, dan sampel serta DPPH dibiarkan bereaksi selama 30 menit. Nilai serapan sampel diukur pada panjang gelombang 517 nm dengan spektrofotometer. Persen penghambatan atau aktivitas antioksidan dihitung menggunakan Persamaan (7).

$$\% \text{Penghambatan} = \frac{\text{Abs blanko} - \text{Abs sampel}}{\text{Abs blanko}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

Total Polifenol (Singleton *et al.*, 1999)

Dengan mengoksidasi gugus hidroksil fenolik, metode Folin-Ciocalteu digunakan untuk menentukan kandungan polifenol total kue bolu manis. Ide di balik prosedur ini adalah bahwa reagen mereduksi asam heteropoli menjadi kompleks molibdenum-tungsten dengan mengoksidasi fenolat, atau garam alkali. Pertama-tama, menyiapkan larutan ekstrak sampel sebanyak 2 mL. Setelah itu, dilakukan penambahan akuades sebanyak 5 mL dan 0,5 mL reagen Folin Ciocalteu 10%. Larutan berwarna biru dihasilkan melalui Reagen Folin-ciocalteu, yang berguna untuk mengurangi atau mereduksi gugus hidroksi pada polifenol. Kemudian larutan dihomogenkan dengan vortex dan didiamkan sekitar 5 menit. Setelah itu, ditambahkan 1 mL Na₂CO₃ 7% dan didiamkan 60 menit supaya larutan suasana basa sehingga reagen Folin dan polifenol dapat beraksi dengan optimal. Pengukuran absorbansi sampel diukur pada 765 nm menggunakan spektrofotmeter. Pembuatan kurva standar asam galat (GEA) dibuat perlakuan sama, dengan jumlah pengambilan galic acid 0 µL; 25 µL; 50 µL; 75 µL; 100 µL; 125 µL; 150 µL; dan 175 µL. Total polifenol roti bolu manis dihitung dengan kurva standar asam galat. Nilai absorbansi (y) disesuaikan persamaan kurva standar asam galat dan didapatkan nilai (x). Total polifenol dapat dihitung menggunakan Persamaan (8).

$$\text{Total polifenol} \left(\text{mg} \frac{\text{GAE}}{\text{g}} \right) = \frac{\text{Konsentrasi asam galat} \times \text{vol total (mL)}}{\text{Berat sampel (g)}} \dots\dots\dots (8)$$

Uji Sensori (Setyaningsih *et al.*, 2010)

Guna memastikan persetujuan panelis terhadap kue bolu manis, pengujian ini berbasis metode uji kesukaan panelis hedonik dengan jumlah panelis tidak terlatih sebanyak 25 orang. Air digunakan sebagai pembersih palet untuk panel yang terdiri dari 10 pria dan 15 wanita, berusia 18 hingga 45 tahun. Tingkat kesukaan panelis terhadap warna, aroma, tekstur, rasa, dan komponen keseluruhan merupakan beberapa faktor yang diuji. Setiap panelis diminta untuk menilai item

yang ditampilkan dan melengkapi kuesioner yang menunjukkan seberapa besar mereka menyukai masing-masing item berdasarkan skor tingkat kesukaan, yaitu 1 = Sangat tidak suka; 2 = Tidak suka; 3 = Agak tidak suka; 4 = Netral; 5 = Agak suka; 6 = Suka; dan 7 = Sangat suka.

Uji Efektivitas Roti Bolu Manis (de Garmo, 1984)

Uji efektivitas pada roti bolu manis bertujuan untuk mengetahui formulasi terbaik (optimasi) dari sampel yang sudah dianalisis menggunakan metode indeks efektivitas. Prosedur pengujian efektivitas ini dilakukan dengan memberi bobot nilai pada setiap parameter uji dengan ketentuan angka kisaran 0-1. Pemberian bobot nilai diberikan berdasarkan pengaruh parameter tersebut pada mutu produk roti bolu manis yang dihasilkan. Nilai normal ditentukan dari bobot masing-masing parameter dibagi dengan bobot total. Parameter dapat dikelompokkan menjadi kelompok A (parameter yang mempunyai nilai semakin tinggi maka akan semakin baik) dan kelompok B (parameter yang mempunyai nilai rendah maka nilainya akan semakin buruk). Kemudian nilai yang didapat tersebut dihitung menggunakan Persamaan (9).

$$NE = \frac{\text{nilai perlakuan} - \text{nilai terendah}}{\text{nilai tertinggi} - \text{nilai terendah}} \times \text{nilai normal} \dots\dots\dots(9)$$

Guna mendapatkan nilai hasil, kalikan nilai efektivitas bernilai parameter normal. Nilai yang dihasilkan setiap parameter pengujian dijumlahkan. Hasil pengobatan terbaik ditunjukkan bernilai keseluruhan tertinggi.

Analisis Data

Analisis data pengujian karakteristik fisik dan kimia roti bolu manis diolah berbasis ANOVA (*Analysis Of Variance*) dan sig. 95% ($\alpha < 0,05$) dan jika dihasilkan data berbeda nyata dilanjutkan uji beda metode DNMRT (*Duncan's New Multiple Range Test*). Data sensoris diolah secara hedonik dan dianalisis menggunakan uji *Chi-Square*. Data hasil analisis statistik dan rata-rata data sensori disajikan dalam bentuk tabel

dan diagram batang menggunakan *software* SPSS 24 dan *Microsoft Excel* 2019 untuk memperjelas dalam interpretasi data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Kembang Roti Bolu Manis

Daya kembang roti manis diukur menggunakan metode *seed displacement* dilakukan dengan cara mengganti sampel menggunakan millet untuk mengetahui volumenya. Berdasarkan Tabel 2, nilai daya kembang roti bolu manis berkisar antara 18,08-19,19%. Nilai daya mengembang roti bolu manis berkisar dari yang paling rendah pada perlakuan A6 (18,08%) hingga paling besar pada perlakuan A1 (Kontrol) (19,19%). Analisis statistik ANOVA satu arah yang dilakukan pada taraf uji ($\alpha \leq 0,05$) menunjukkan bahwa nilai daya mengembang kue bolu manis dipengaruhi secara signifikan oleh perbandingan MOCAF terhadap bubuk daun kelor.

Aktivitas ragi dan kepadatan adonan sangat dipengaruhi tingkat pengembangan adonan roti. Penambahan serbuk daun kelor yang tinggi menghasilkan roti bolu manis dengan daya kembang yang rendah. Serbuk daun kelor mengandung serat yang tinggi akan menghambat pengembangan adonan, hal ini mengakibatkan adonan semakin padat dan keras. Selain itu adanya serat berakibat aktivitas ragi menurun, sehingga daya kembang roti menurun. Helingo *et al.* (2021) menyebutkan bahwa daya kembang roti manis menurun seiring dengan penambahan tepung daun kelor. Selain itu, MOCAF dan serbuk daun kelor merupakan bahan yang tidak memiliki kandungan gluten sehingga daya kembang roti bolu manis yang dihasilkan tidak bisa sempurna seperti roti berbahan baku gluten. Menurut Aryani *et al.* (2019), protein yang terkandung dalam daun kelor tidak mengandung gluten sehingga keberadaan protein berkaitan pada kestabilan gelembung gas oleh gluten dan diperantarai lemak.

Tekstur Roti Bolu Manis

Analisa tekstur roti bolu manis dilakukan menggunakan alat *rheotex*. Hasil pengukuran tekstur pada Tabel 2, diketahui

bahwa penghitungan tekstur roti bolu manis berkisar antara 717,42-751,00 g/8mm. Nilai tekstur bolu manis tertinggi terdapat pada perlakuan A6 bernilai 751,00 g/8mm, sedangkan nilai tekstur roti bolu manis terendah terdapat pada perlakuan A1 bernilai 717,42 g/8mm. Hasil analisis statistik dengan *oneway* ANOVA pada taraf uji ($\alpha \leq 0,05$) rasio MOCAF dan serbuk daun kelor pada roti bolu manis berpengaruh terhadap nilai tekstur roti bolu manis. Penambahan serbuk daun kelor yang tinggi menghasilkan roti bolu manis bertekstur tidak lembut/keras. Hal tersebut sebab semakin banyaknya air yang berikatan dengan serbuk daun kelor sehingga kemampuan pati dalam menyerap air berkurang dan gelatinisasi pati tidak sempurna. Menurut Apriliani (2010), keberadaan air dalam suatu produk pangan berpengaruh pada tingkat

kekerasan suatu produk. Pernyataan tersebut sejalan dengan Hastuti *et al.* (2016), lebih banyak air akan bereaksi dengan tepung dan membentuk gel. Penambahan daun kelor tambahan dapat menghasilkan tekstur yang lebih keras. Karena bubuk daun kelor memiliki konsentrasi protein yang tinggi, maka dapat membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil pati MOCAF, yang dapat menghambat kemampuan produk dalam menyerap air dan menyebabkannya mengeras (Astuti, 2015). Selain itu, kadar serat yang terdapat dalam serbuk daun kelor tergolong tinggi sehingga menyebabkan interaksi matriks MOCAF dalam adonan terganggu, aktivitas ragi menurun sehingga tekstur roti bolu manis menjadi keras. Lee dan Lin (2008) menyebutkan bahwa serat pangan tinggi mampu menambah tingkat kekerasan pada produk *chiffon cake*.

Tabel 2. Nilai karakteristik fisik roti bolu manis

Rasio MOCAF Serbuk daun kelor	Daya kembang (%)	Tekstur (g/8mm)	Warna			Staleness (g/mm)			
			L	a*	b*	Hari ke-			
						1	2	3	4
A1 (100:0)	19,19 ^b	717,42 ^a	80,90 ^e	0,86 ^c	11,57 ^d	22,92 ^a	32,00 ^a	43,58 ^a	60,75 ^a
A2 (98:2)	18,31 ^a	725,92 ^b	67,80 ^d	0,22 ^{bc}	10,88 ^{cd}	30,25 ^b	39,17 ^b	49,17 ^b	64,50 ^b
A3 (96:4)	18,29 ^a	728,58 ^{bc}	65,00 ^c	-0,68 ^{ab}	8,76 ^{bc}	39,25 ^c	50,08 ^c	75,83 ^c	96,17 ^c
A4 (94:6)	18,22 ^a	731,33 ^c	63,20 ^b	-1,09 ^{ab}	7,21 ^{ab}	52,17 ^d	61,33 ^d	83,08 ^d	104,08 ^d
A5 (92:8)	18,15 ^a	747,00 ^d	61,00 ^a	-1,23 ^a	6,50 ^{ab}	70,33 ^e	80,92 ^e	92,92 ^e	116,00 ^e
A6 (90:10)	18,08 ^a	751,00 ^e	59,60 ^a	-1,73 ^a	5,13 ^a	82,33 ^f	109,25 ^f	117,25 ^f	143,25 ^f

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha \leq 0,05$).

Warna Roti Bolu Manis

Pengukuran warna roti bolu manis dilakukan menggunakan alat *colour reader*. Tingkat kecerahan atau *lightness* (L) merupakan uji warna untuk mengetahui kecerahan warna dengan unsur warna putih sebagai warna cerah/terang (nilai=0) dan warna hitam(nilai=100) sebagai warna gelap, kisaran nilai kecarahan warna 0-100 (Salimah *et al.*, 2015). Hasil pengukuran *lightness* (L*) di Tabel 2, diketahui bahwa nilai L* kisaran untuk roti bolu manis adalah 59,6 hingga 80,9. Perlakuan A6 memiliki nilai kecerahan (L*) terendah pada roti bolu manis yaitu sekitar 59,6, sedangkan perlakuan A1 mempunyai nilai paling besar yaitu sekitar 80,9. Nilai kecerahan (L*) kue bolu manis dipengaruhi nyata oleh perbandingan MOCAF dan

bubuk daun kelor, berdasarkan hasil dengan ANOVA satu arah pada pengujian ($\alpha \leq 0,05$).

Tingkat kemerahan (*redness*) dinyatakan bernilai a*, yang menyatakan intensitas warna hijau ke merah (Kaemba *et al.*, 2017). Nilai (-) dimana intensitas warna hijau sedangkan nilai (+) menggambarkan intensitas warna merah. Pada Tabel 2 juga diketahui bahwa hasil pengukuran a* roti bolu manis berkisar antara (-1,73)-0,86. Nilai a* roti bolu manis terendah pada perlakuan A6 bernilai -1,73 dan tertinggi perlakuan A1 bernilai 0,86. Hasil statistik dengan *oneway* ANOVA pada taraf uji ($\alpha \leq 0,05$) dimana rasio MOCAF dan serbuk daun kelor berpengaruh nyata terhadap nilai a* roti bolu manis.

Tingkat kekuningan (*yellowness*) dinyatakan bernilai b^* menunjukkan intensitas warna biru ke kuning. Nilai (-) mengindikasikan intensitas warna biru dan nilai (+) mengindikasikan intensitas warna kuning. Tabel 2 juga menunjukkan bahwa hasil pengukuran b^* roti bolu manis berkisar antara 5,13-11,57. Nilai b^* roti bolu manis terendah di perlakuan A6 bernilai 5,13 sedangkan nilai b^* roti bolu manis tertinggi terdapat pada perlakuan A1 bernilai 11,57. Hasil analisis *oneway* ANOVA pada taraf uji ($\alpha \leq 0,05$) dimana rasio MOCAF dan serbuk daun kelor pada roti bolu manis berpengaruh terhadap nilai b^* roti bolu manis.

Rasio serbuk daun kelor yang semakin tinggi, maka nilai L , a^* , b^* semakin menurun. Selaras dengan penelitian Bourekoua *et al.* (2018) yang melaporkan bahwa penambahan bubuk daun kelor yang tinggi pada roti tawar menyebabkan penurunan nilai warna pada produk yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan adanya klorofil pada daun kelor yang tinggi maka warna roti akan berwarna hijau gelap/pekat seiring dengan tingginya penambahan serbuk daun kelor. Baik dan Lee (2021) menyebutkan bahwa bubuk daun kelor mengandung klorofil sekitar 205 mg/100g. Warna roti bolu manis juga mengalami kecoklatan ketika proses pemanggangan sehingga menyebabkan terjadinya reaksi *maillard*. Arsa (2016) menyebutkan bahwa reaksi *maillard* disebabkan oleh adanya interaksi antara gula dan gugus amina (protein). Menurut Aryani *et al.* (2019), semakin tinggi konsentrasi tepung daun kelor yang ditambahkan dalam pembuatan roti, maka produk semakin kerwarna hijau baik bagian dalam maupun luar.

Staleness Roti Bolu Manis

Staleness merupakan salah satu parameter karakteristik roti mengenai perubahan tekstur yang keras pada roti yang disebabkan oleh turunnya tingkat kelembaban selama masa penyimpanan. Hasil pengukuran nilai *staleness* roti bolu manis (Tabel 2). Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa hasil *staleness* roti bolu manis dilakukan selama empat hari penyimpanan. Nilai *staleness* roti bolu

manis pada hari ke 1 hingga 4 terdapat peningkatan seiring lamanya waktu penyimpanan. Nilai *staleness* hari ke-1 berkisar antara 22,92-82,33 g/mm; hari ke-2 berkisar 32,00-109,25 g/mm; hari ke-3 berkisar 43,58-117,25 g/mm; dan hari ke-4 berkisar 60,75-143,25 g/mm. Hasil analisis statistik dengan *oneway* ANOVA pada taraf uji ($\alpha \leq 0,05$) dimana rasio MOCAF dan serbuk daun kelor berpengaruh nyata terhadap nilai *staleness* roti bolu manis hari ke-1 hingga hari ke-4.

Berdasarkan pernyataan di atas, dimana semakin banyak serbuk daun kelor maka nilai *staleness* roti bolu manis semakin meningkat sehingga roti semakin keras. Menurut Pusuma *et al.* (2018), kecepatan *staling* pada roti tawar meningkat seiring berkurangnya kadar air selama penyimpanan. Pernyataan tersebut sesuai dengan Gambar 2, dimana semakin lama penyimpanan akan menurunkan kadar air roti bolu manis. Hal tersebut menyebabkan tingkat kekerasan roti bolu manis meningkat sehingga diperoleh nilai *staleness* yang semakin tinggi. Alfi (2020) juga menyebutkan bahwa perubahan roti akibat *staling* disebabkan karena terjadinya migrasi uap air dari pusat roti menuju kerak sehingga terjadi pengerasan remah. Menurut López *et al.* (2013), penurunan kualitas roti akibat *staling* berpengaruh pada karakteristik roti bolu manis. Selain itu, *staling* mengakibatkan rekristalisasi amilosa dan amilopektin, menurunnya kadar air dan redistribusi air, serta interaksi protein dan pati.

SEM

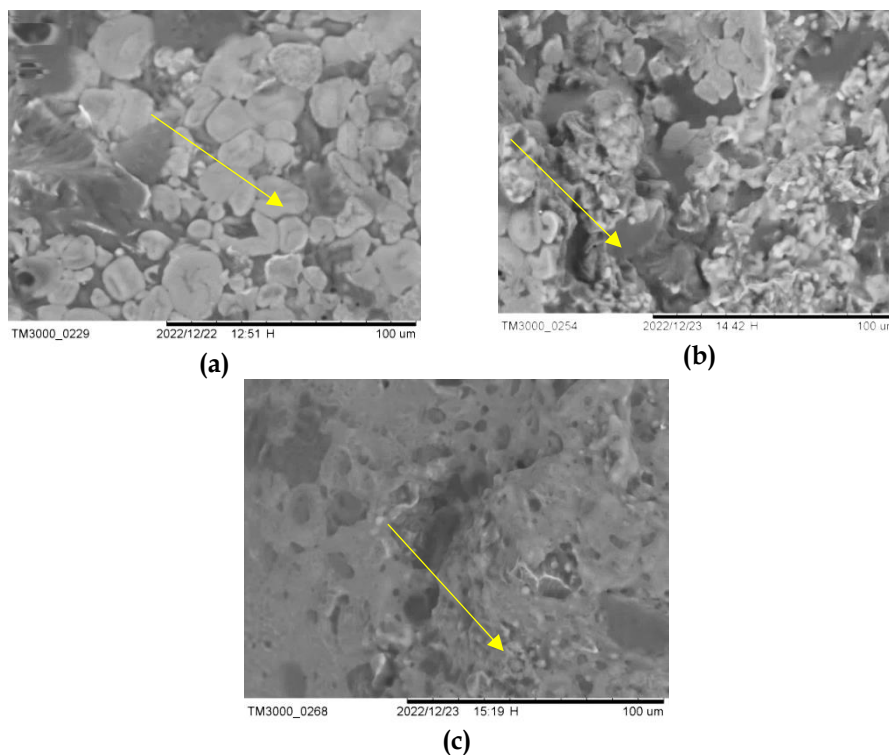
Analisis mikrostruktur roti bolu manis berbasis *Scanning Electron Microscope* (SEM) dengan perbesaran 1000 \times . Perlakuan yang diamati meliputi perlakuan A1 (Gambar 1a); A2 (Gambar 1b); dan A6 (Gambar 1c). Perlakuan A1 memiliki bentuk struktur granula pati yang berbeda dengan perlakuan yang diberi rasio persentase MOCAF dan serbuk daun kelor.

Pada perlakuan A1 (Gambar 1a) menunjukkan bahwa permukaan granula pati berbentuk bulat utuh, bergerombol, dan saling terikat satu sama lain. Menurut Alcázar-Alay dan Meireles (2015), granula yang dihasilkan dari penambahan pati

singkong memiliki bentuk yang lebih bulat dengan bentuk terpotong dan distribusi ukuran yang lebih besar. Menurut Kartikasari *et al.* (2016), terikatnya beberapa granula pati dan berbentuk bulat beraturan diduga karena selulosa dinding sel singkong belum terdegradasi oleh aktivitas enzim selulolitik sehingga belum terjadi perubahan bentuk granula.

Pada perlakuan A2 (Gambar 1b) terlihat bahwa bentuk granula pati tampak mulai memisah, bentuk tidak beraturan, dan serbuk daun kelor mulai menutupi granul-granul pati. Pada perlakuan A6 (Gambar 1c) terlihat bahwa serbuk daun

kelor benar-benar menutupi granul-granul bercampur menjadi satu sehingga roti bolu manis tidak memiliki struktur yang kuat dan berpengaruh pada volume roti yang dihasilkan. Menurut Agrahar-Murugkar dan Dixit-Bajpai (2020), roti yang disubstitusi dengan wijen, daun kelor kering, *malt finger millet*, dan jinten berpengaruh pada perkembangan matriks gluten dalam sistem adonan sehingga tampak kurang seragam, granula pati lebih kecil, dan struktur matriks gluten tidak saling berikatan dengan bahan-bahan pensubstitusi tersebut.



Gambar 1. Mikrogram SEM Roti Bolu Manis pada Beberapa Rasio MOCFAF: Tepung Daun Kelor, yaitu (a) A1 (100:0); (b) A2 (98:2); dan (c) A6 (90:10); dengan Perbesaran 1000×

Kadar Air Roti Bolu Manis

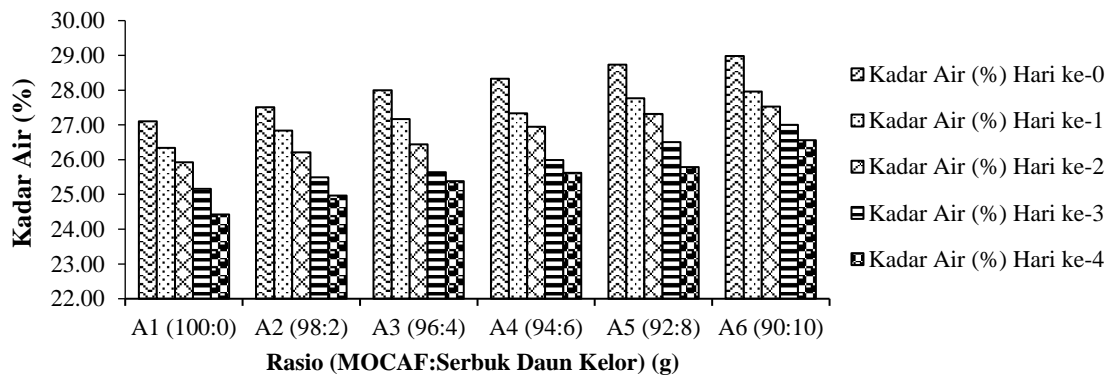
Kadar air merupakan total keseluruhan air pada bahan pangan (air bebas) yang terdispersi di makromolekul maupun air secara fisik dan kimia. Air yang terdapat pada roti bolu manis berasal dari bahan baku yang digunakan. Pengukuran kadar air roti bolu manis dilakukan menggunakan metode cawan kering. Kadar air roti bolu manis pada hari ke-0 hingga ke-4 terjadi penurunan seiring lamanya waktu penyimpanan (Gambar 2).

Nilai kadar air hari ke-0 berkisar antara 27,11-28,98%; hari ke-1 berkisar 26,34-27,96%; hari ke-2 berkisar 25,93-27,53%; hari ke-3 berkisar 25,16-27,00%; dan hari ke-4 berkisar 24,43-26,56%. Hasil analisis statistik dengan *oneway* ANOVA pada taraf uji ($\alpha \leq 0,05$) dimana rasio MOCFAF dan serbuk daun kelor pada roti bolu manis berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air roti bolu manis hari ke-0 hingga hari ke-4.

Gambar 2 terlihat bahwa meningkatnya rasio serbuk daun kelor

menghasilkan roti bolu manis dengan kadar air yang tinggi. Pernyataan tersebut sejalan dengan penelitian Pawiwara *et al.* (2023) bahwa perlakuan P3 (3% tepung daun kelor) menghasilkan kadar air tertinggi sekitar 37,39% dibandingkan dengan perlakuan P0 (0% tepung daun kelor) sekitar 35,34%. Kondisi ini disebabkan kadar air pada serbuk daun kelor cukup tinggi sekitar 7,5% (Abouel-Yazeed, 2019). Selain itu, Damayanti *et al.* (2020) menyebutkan bahwa kandungan

serat tinggi dapat mengurangi jumlah air bebas yang menguap karena air berikatan secara kimiawi pada gugus hidrofilik. Namun, seiring berjalannya waktu penyimpanan terjadi penurunan kadar air. Hal ini dikarenakan berkurangnya tingkat kelembaban produk sehingga terjadi peningkatan nilai *staleness* akibat perubahan tekstur pada roti bolu manis. Pernyataan tersebut sesuai dengan Tabel 2, yaitu nilai *staleness* meningkat seiring dengan lamanya waktu penyimpanan.



Gambar 2. Nilai Kadar Air Roti Bolu Manis Hari ke-0 Hingga ke-4

Tabel 3. Nilai karakteristik kimia roti bolu manis

Rasio Persentase MOCAF-Serbuk Daun Kelor	Karakteristik Kimia			
	Kadar Protein (%)	Kadar Serat Kasar (%)	Aktivitas Antioksidan (%)	Total Polifenol (mg GAE/g)
A1 (100:0)	7,93 ^a	1,47 ^a	15,74 ^a	0,25 ^a
A2 (98:2)	8,66 ^b	2,05 ^b	48,17 ^b	0,36 ^b
A3 (96:4)	9,03 ^c	2,47 ^c	49,68 ^c	0,41 ^b
A4 (94:6)	9,56 ^d	2,91 ^d	53,46 ^d	0,45 ^{bc}
A5 (92:8)	10,03 ^e	3,15 ^d	58,00 ^e	0,54 ^c
A6 (90:10)	10,57 ^f	4,08 ^e	65,53 ^f	0,68 ^d

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha \leq 0,05$).

Kadar Protein Roti Bolu Manis

Hasil pengukuran kadar protein roti bolu manis pada berbagai rasio MOCAF dan serbuk daun kelor di Tabel 3, diketahui bahwa pengukuran kadar protein roti bolu manis berkisar antara 7,93-10,57%. Nilai kadar protein roti bolu manis terendah pada perlakuan A1 bernilai 7,93%, sedangkan nilai kadar protein roti bolu manis tertinggi pada perlakuan A6 bernilai 10,57%. Hasil analisis statistik dengan *oneway* ANOVA pada taraf uji ($\alpha \leq 0,05$) dimana rasio MOCAF dan serbuk daun

kelor berpengaruh nyata terhadap kadar protein roti bolu manis.

Berdasarkan pernyataan di atas, menunjukkan meningkatnya rasio serbuk daun kelor akan meningkatkan kadar protein roti bolu manis. Hal ini bertujuan agar kandungan protein produk meningkat karena tingginya kadar protein yang terdapat pada bubuk daun kelor. Kandungan protein daun kelor kering sekitar 29,4 g/100 g, namun kandungan protein daun kelor bubuk sekitar 27,1 g/100 g (Kiranawati *et al.*, 2020). El-

Gammal *et al.* (2016) menyatakan bahwa roti tawar menghasilkan peningkatan kadar protein bila mengandung persentase MOCAF dan bubuk daun kelor sekitar 5g, 10g, 15g, dan 20g dengan bahan 100% tepung terigu dari nilai 12,75% menjadi 17,72%; 19,32%; 20,56%; dan 21,85%.

Kadar Serat Kasar Roti Bolu Manis

Hasil rata-rata pengukuran kadar serat kasar roti bolu manis di Tabel 3, diketahui bahwa pengukuran kadar serat kasar roti bolu manis berkisar antara 1,47-4,08%. Nilai kadar serat kasar roti bolu manis terendah di perlakuan A1 bernilai 1,47%, dan nilai kadar serat kasar roti bolu manis tertinggi pada perlakuan A6 bernilai 4,08%. Hasil statistik dengan *oneway* ANOVA pada taraf uji ($\alpha \leq 0,05$) dimana rasio MOCAF dan serbuk daun kelor berpengaruh nyata terhadap kadar serat kasar roti bolu manis.

Berdasarkan pernyataan di atas, menunjukkan bahwa rasio serbuk daun kelor yang semakin tinggi akan meningkatkan serat kasar roti bolu manis. Menurut Sengev *et al.* (2013), roti tawar yang dibuat dengan rasio konsentrasi terigu dan tepung daun kelor 99:1; 98:2; 97:3; 96:4; dan 95:5 menghasilkan nilai kadar serat yang meningkat secara signifikan dari 2,10-3,28%. Selain itu, penelitian Mishra *et al.* (2021) juga menyebutkan bahwa roti dengan campuran tepung daun kelor dan fenugreek menghasilkan roti dengan kadar serat kasar lebih tinggi sekitar 4,54% dibandingkan dengan roti 100% tepung terigu (perlakuan kontrol) sekitar 2,78%. Peningkatan kadar serat kasar pada produk disebabkan karena tepung daun kelor terdapat serat kasar yang tinggi sekitar 12,5g daripada daun kelor basah sekitar 0,9g (Gopalakrishnan *et al.*, 2016).

Aktivitas Antioksidan Roti Bolu Manis

Pengukuran aktivitas antioksidan roti bolu manis dilakukan dengan metode DPPH. Hasil pengukuran aktivitas antioksidan roti bolu manis pada berbagai rasio MOCAF dan serbuk daun kelor di Tabel 3, diketahui bahwa pengukuran aktivitas antioksidan roti bolu manis berkisar antara 15,74-65,53%. Nilai aktivitas

antioksidan roti bolu manis terendah pada perlakuan A1 bernilai 15,74% dan nilai aktivitas antioksidan roti bolu manis tertinggi pada perlakuan A6 bernilai 65,53%. Hasil analisis statistik dengan *oneway* ANOVA pada taraf uji ($\alpha \leq 0,05$) dimana rasio MOCAF dan serbuk daun kelor pada roti bolu manis berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan roti bolu manis.

Penambahan serbuk daun kelor menghasilkan roti bolu manis bernilai aktivitas antioksidan tinggi. Moyo (2012) menyebutkan bahwa kandungan antioksidan dalam daun kelor disebabkan adanya senyawa biokimia diantaranya flavonoid, fenolik, karatenoid, dan asam askorbat. Tinggi rendahnya antioksidan berkaitan dengan total fenol yang terkandung pada bahan (Badriyah *et al.*, 2017) tersebut sesuai dengan hasil pengukuran total polifenol roti manis. Badriyah *et al.* (2017) juga menyebutkan bahwa fenol merupakan kontributor utama yang menentukan aktivitas antioksidan. Menurut Michalska *et al.* (2008), kandungan antioksidan yang dihasilkan oleh pemanggangan produk berasal dari senyawa fenolik intrinsik tepung, bahan fenolik tambahan, dan bahan lain yang secara alami mengandung fenolat, serta produk fenolik yang baru dihasilkan dari proses pemanggangan melalui reaksi *maillard*.

Total Polifenol Roti Bolu Manis

Pengukuran total polifenol roti bolu manis dilakukan menggunakan metode *Follin Ciocalteu*. Hasil pengukuran total polifenol di Tabel 3, diketahui bahwa hasil pengukuran total polifenol roti bolu manis berkisar antara 0,26-0,67 mg/g. Nilai total polifenol roti bolu manis terendah pada perlakuan A1 bernilai 0,26 mg/g, dan nilai total polifenol roti bolu manis tertinggi terdapat pada perlakuan A6 bernilai 0,68 mg/g. Hasil statistik dengan *oneway* ANOVA pada taraf uji ($\alpha \leq 0,05$) dimana rasio MOCAF dan serbuk daun kelor pada roti bolu manis berpengaruh nyata terhadap total polifenol roti bolu manis

Penambahan serbuk daun kelor menghasilkan roti bolu manis bernilai total polifenol tertinggi. Menurut Badriyah *et al.*

(2017), fenol termasuk senyawa yang tersusun atas satu gugus hidroksil dan termasuk dalam senyawa metabolit sekunder. Menurut Toripah (2014), senyawa fenol atau polifenol terdiri dari golongan flavonoid. Menurut Badriyah *et al.* (2017), flavonoid merupakan salah satu

senyawa utama dalam tanaman kelor yang bersifat sebagai antioksidan. Pernyataan ini menguatkan semakin banyak serbuk daun kelor pada pembuatan produk, maka kandungan polifenol produk akan meningkat.

Tabel 4. Nilai sensori roti bolu manis

Rasio Persentase MOCAF-Serbuk Daun Kelor	Karakteristik Sensori				
	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa	Keseluruhan
A1 (100:0)	6,52	5,84	5,16	6,00	6,12
A2 (98:2)	5,52	5,56	4,60	5,32	5,16
A3 (96:4)	4,88	5,00	4,52	4,72	4,04
A4 (94:6)	4,52	4,60	4,24	4,16	3,96
A5 (92:8)	3,52	4,08	3,96	3,92	3,72
A6 (90:10)	1,88	2,00	3,24	3,52	3,24

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha \leq 0,05$).

Uji Sensori Roti Bolu Manis

Warna

Warna adalah atribut mutu dalam suatu produk untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen melalui indera penglihatan manusia sehingga produk tersebut bisa diterima atau tidak oleh konsumen. Pengujian sensoris atribut warna dilakukan menggunakan metode skoring. Tabel 4 menunjukkan bahwa atribut warna interior kue bolu manis memiliki rata-rata peringkat preferensi berkisar antara 1,88 hingga 6,52. Dengan rating 6,52 (suka) untuk atribut warna, roti bolu manis tanpa tambahan bubuk daun kelor menjadi yang terpopuler. Perbandingan MOCAF terhadap bubuk daun kelor berpengaruh nyata terhadap warna kue bolu manis, berdasarkan temuan uji chi-square dengan tingkat signifikan ($\alpha \leq 0,05$). Roti tawar berwarna hijau muda dan kecoklatan umumnya disukai panelis.

Rasio serbuk daun kelor yang tinggi menghasilkan warna roti bolu manis semakin hijau pekat/gelap. Kiranawati *et al.* (2020) menyebutkan bahwa bubuk daun kelor terdapat klorofil yang menghasilkan pigmen hijau alami berkonsentrasi tinggi. Dwiani *et al.* (2022) melaporkan bahwa penambahan tepung daun kelor pengolahan brownis berakibat warna

brownis menjadi coklat kehijauan. Warna roti bolu manis juga mengalami kecoklatan ketika proses pemanggangan sehingga menyebabkan terjadinya reaksi *maillard*. Menurut Arsa (2016), reaksi *maillard* disebabkan oleh adanya interaksi antara gula dan gugus amina (protein). Semakin tinggi penambahan serbuk daun kelor pada roti bolu manis juga menyebabkan tingkat kesukaan panelis berkurang karena ada bau langu dari daub kelor dan tekstur keras roti. Namun demikian, dari sisi nutrasetikal yaitu komponen bioaktif dan nutrisi, nilainya semakin meningkat (Tabel 3).

Aroma

Aroma adalah atribut mutu dalam suatu produk untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen melalui indera penciuman manusia sehingga produk tersebut dinilai oleh konsumen. Aroma produk terbentuk akibat adanya percampuran beragam bahan pada proses pembuatan. Pengujian sensoris atribut aroma dilakukan menggunakan metode skoring. Tabel 4 data nilai kesukaan panelis terhadap atribut aroma roti bolu manis rentang 2,00 - 5,84. Roti yang paling banyak disukai pada atribut aroma adalah roti yang rasio MOCAF dan serbuk daun kelor (100:0) bernilai sekitar 5,84 (agak suka). Hasil pengujian *chi-square* dengan

taraf signifikan ($\alpha \leq 0,05$) dimana rasio MOCAF dan serbuk daun kelor berpengaruh nyata terhadap aspek aroma roti bolu manis.

Rasio serbuk daun kelor yang tinggi pada pembuatan roti bolu manis berakibat tingkat kesukaan panelis semakin menurun pada atribut aroma. Hal ini disebabkan oleh aroma harum yang dimiliki roti yang diberi bubuk daun kelor. Roihanah (2014) menyatakan bahwa wangi daun kelor unik dan menyenangkan. Aroma sedap yang terpancar dari daun kelor merupakan hasil hidrolisis asam lemak tak jenuh ganda, seperti asam linolenat dan asam α -linolenat, oleh enzim lipoksigenase (lipoksidase), sehingga menghasilkan bahan kimia volatil aromatik (Angelina *et al.*, 2021). Indriasari *et al.* (2019) menyebutkan bahwa kandungan saponin pada bubuk kelor terasa pahit dan aroma langu dan berpengaruh pada kesukaan konsumen terhadap produk tersebut. Penelitian Medho dan Mohamad (2021) menyebutkan bahwa nilai kesukaan panelis akan aroma produk roti jagung kelor terendah dengan penambahan tepung daun kelor 7% sekitar 2,70 hal ini menunjukkan produk tersebut tidak disukai sebab bau langu kelor yang tajam.

Tekstur

Tekstur adalah atribut mutu suatu produk yang menentukan tingkat kesukaan konsumen terhadap tekstur (keempukan dan kekerasan) suatu produk pangan. Pengukuran tekstur roti bolu manis dilakukan menggunakan metode skoring. Tabel 4 dimana rata-rata nilai kesukaan terhadap atribut tekstur roti bolu manis berkisar antara 3,24 - 5,16. Roti yang paling banyak disukai pada atribut tekstur adalah roti yang tanpa penambahan serbuk daun kelor bernilai sekitar 5,16 (agak suka). Hasil pengujian *chi-square* dengan taraf signifikan ($\alpha \leq 0,05$) dimana rasio MOCAF dan serbuk daun kelor berpengaruh nyata terhadap aspek tekstur roti bolu manis.

Rasio serbuk daun kelor semakin tinggi akan memengaruhi panelis akan atribut rasa. Seiring dengan hasil (Tabel 2) yaitu roti bolu manis ditambah serbuk daun kelor bertekstur keras. Helingo *et al.* (2021) menemukan bahwa meskipun

jumlah amilosa dan amilopektin dalam roti yang terbuat dari tepung sukun berkurang, produk yang dihasilkan menjadi lebih kencang ketika ditambahkan lebih banyak tepung daun kelor. Selain itu, kandungan serat pada tepung daun kelor mencegah proses gelatinisasi, sehingga memberikan produk akhir rasa yang kuat dan keras (Damayanti *et al.*, 2020). Astuti (2015) menyebutkan bahwa kekerasan produk disebabkan oleh adanya ikatan hidrogen antara protein dan pati sehingga terbentuk ikatan kompleks yang mampu menghambat penyerapan air. menurut Hakim *et al.* (2021), semakin banyak penambahan tepung daun kelor pada *cupcake* mengakibatkan tekstur menjadi keras.

Rasa

Rasa adalah atribut mutu produk guna mengidentifikasi tingkat kesukaan konsumen melalui indera pengecap manusia. Rasa yang terdapat dalam suatu produk terbentuk akibat perbedaan ragam bahan saat pembuatan. Pengujian sensori atribut rasa dilakukan menggunakan metode skoring. Tabel 4 menunjukkan data nilai kesukaan terhadap atribut rasa roti bolu manis berkisar antara 3,52 - 6,00. Roti bolu manis yang paling banyak disukai pada atribut rasa adalah roti yang tanpa penambahan serbuk daun kelor (A1) bernilai sekitar 6,00 (suka). Hasil pengujian *chi-square* dengan taraf signifikan ($\alpha \leq 0,05$) dimana rasio MOCAF dan serbuk daun kelor berpengaruh nyata terhadap aspek rasa roti bolu manis.

Meningkatnya rasio serbuk daun kelor, sehingga tingkat kesukaan panelis akan atribut rasa menjadi kecil. Hal tersebut dikarenakan serbuk daun kelor mempunyai rasa yang pahit. Helingo *et al.* (2021) melaporkan bahwa tepung daun kelor pahit karena ada kandungan tannin. Menurut Indriasari *et al.* (2019) dan Mazidah *et al.* (2019), daun kelor mempunyai kandungan senyawa tannin yang menimbulkan rasa pahit, dan after taste kering, dan sepat. Menurut Adawyah (2016), rasa sepat yang ditimbulkan oleh senyawa tannin yang tersusun oleh polifenol yang mampu mengikat dan mengendapkan protein. Hasniar *et al.*

(2019) menyatakan bahwa rasa pahit yang dihasilkan hidrolisis asam amino ketika proses pemanasan.

Keseluruhan

Keseluruhan adalah atribut mutu produk yang ditentukan dari keseluruhan parameter rasa, aroma, warna, dan tekstur yang menunjukkan tingkat kesukaan panelis terhadap produk pangan. Pengujian sensori kesukaan dilakukan menggunakan metode skoring. Tabel 4 menunjukkan bahwa data nilai kesukaan terhadap atribut kesukaan secara keseluruhan roti bolu manis, berkisar antara 3,24 – 6,12. Roti yang paling banyak disukai pada atribut keseluruhan adalah roti bolu manis dengan rasio MOCAF dan serbuk daun kelor (100:0) bernilai sekitar 6,12. Hasil pengujian *chi-square* dengan taraf signifikan ($\alpha \leq 0,05$) dimana rasio MOCAF dan serbuk daun kelor berpengaruh nyata terhadap aspek keseluruhan roti bolu manis.

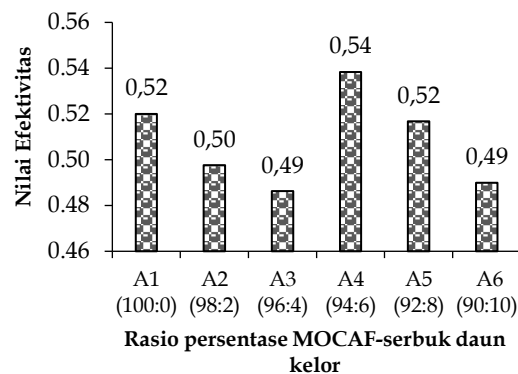
Berdasarkan aspek warna, aroma, tekstur, dan rasa pada pengujian sebelumnya, panelis lebih menyukai roti bolu manis yang berwarna cerah karena lebih menarik serta teksturnya empuk tidak keras. Roti bolu manis tanpa penambahan serbuk daun kelor tidak memiliki aroma langu dan rasa pahit ketika dikonsumsi. Augustyn *et al.* (2017) melaporkan bahwa penambahan tepung daun kelor pada konsentrasi tinggi pada adonan roti tawar akan menutupi aroma bahan yang digunakan dengan menghasilkan aroma langu dan pahit.

Indeks Efektivitas

Uji efektivitas merupakan metode pengujian untuk menentukan rasio MOCAF dan serbuk daun kelor yang sesuai sehingga dihasilkan roti bolu manis dengan karakteristik yang baik dan disukai. Metode yang digunakan dalam uji efektivitas mengacu pada de Garmo (1984). Nilai efektivitas roti bolu manis dengan aplikasi MOCAF dan serbuk daun kelor berkisar antara 0,49-0,54 (Gambar 3).

Parameter fisik dan kimia yang diujikan pada roti bolu manis terdiri daya kembang, kadar air, kadar protein, kadar serat kasar, aktivitas antioksidan, dan total

polifenol, sedangkan parameter sensoris yang diujikan meliputi aspek rasa, aroma, warna, tekstur, dan keseluruhan. Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa nilai efektivitas tertinggi yaitu pada perlakuan A4 (96:4) yang memiliki nilai daya kembang 18,22%; kadar air 28,33%; kadar protein 9,56%; kadar serat kasar 2,91%; aktivitas antioksidan 53,46%; dan total polifenol 0,45 mg/g, kesukaan rasa 5,16; aroma 4,60; warna 4,52; tekstur 4,24; dan keseluruhan 3,96.



Gambar 3. Nilai Efektivitas Roti Bolu Manis Berbahan MOCAF dan Serbuk Daun Kelor

Nilai efektivitas tertinggi pada perlakuan roti bolu manis A4 (96 MOCAF : 4 serbuk daun kelor), selain didasarkan pada karakteristik kimi, fisik, sensori maka yang diperhitungkan juga adalah dari segi komponen bioaktif berupa antioksidan dan polifenol (Tabel 3). Komponen bioaktif menjadi pertimbangan bobot tinggi pada uji efektivitas karena serbuk daun kelor telah dilaporkan sebagai sumber antioksidan alami sehingga perlakuan A4 memiliki skor tertinggi dari perlakuan lain.

SIMPULAN

Rasio MOCAF dan serbuk daun kelor pada pengolahan roti bolu manis berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensoris. Penggunaan rasio MOCAF dan serbuk daun kelor menyebabkan peningkatan nilai tekstur, warna (L, a*, dan b*), *staleness*, kadar air, kadar protein, kadar serat kasar, aktivitas antioksidan, dan total polifenol. Penggunaan rasio MOCAF dan serbuk

daun kelor yang tinggi menyebabkan penurunan nilai daya kembang roti bolu manis yang dihasilkan. Perlakuan terbaik pada pembuatan roti bolu manis adalah perlakuan A4 (96 MOCAF : 4 serbuk daun kelor) yang memiliki nilai daya kembang 18,22%; kadar air 28,33%; kadar protein 9,56%; kadar serat kasar 2,91%; aktivitas antioksidan 53,46%; dan total polifenol 0,45 mg/g, kesukaan rasa 5,16; aroma 4,60; warna 4,52; tekstur 4,24; dan keseluruhan 3,96.

UCAPAN TERIMA KASIH

Secara khusus penulis menyampaikan terima kasih kepada LP2M Universitas Jember atas pembiayaan penelitian ini melalui hibah internal Universitas Jember Skim Hibah Inovasi Industri Tahun Anggaran 2022/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- AACC. 2000. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Edition*. American Association of Cereal Chemists, USA
- AACC. 2005. *American Association of Cereal Chemists Approved Methods (11th Ed)*. American Association of Cereal Chemists, USA
- Abouel-Yazeed, A, -M., 2019. Usage of moringa leaves as a component in some foodstuff. *Journal of Food and Dairy Sciences*. 10(10), 365-371. <https://doi.org/10.21608/jfds.2019.59706>
- Adawyah, -R. 2016. *Pengantar Teknologi Hasil Perikanan*. Bumi Aksara. Jakarta
- Agrahar-Murugkar, -D., Dixit-Bajpai, -P., 2020. Physicochemical, textural, color, nutritional, scanning electron microscopy and sensorial characterization of calcium-rich breads fortified with sesame, malted finger millet, cumin and moringa leaves. *Nutrition and Food Science*. 50(1), 47-60. <https://doi.org/10.1108/NFS-03-2019-0101>
- Alcázar-Alay, S. C., dan Meireles M. A. A. 2015. Physicochemical properties, modifications, and applications of starches from different botanical sources. *Food Science and Technology (Brazil)*. 35(2), 215-236. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6749>
- Alfi, -A., 2020. Pengaruh virgin coconut oil (VCO) terhadap karakteristik dan umur simpan roti manis. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*. 5(1), 1-21. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v5i1.3643>
- Angelina, -C., Swasti, Y, R., Pranata, F, -S., 2021. Peningkatan nilai gizi produk pangan dengan penambahan bubuk daun kelor (*Moringa oleifera*): *Review*. *Jurnal Agroteknologi*. 15(1), 79-93. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v15i01.22089>
- Apriliani, M, -W., 2010. Pengaruh Penggunaan Tepung Tapioka dan Carboxymethyl Cellulose (CMC) pada Pembuatan Keju Mozzarella Terhadap Kualitas Fisik dan Organoleptik. Thesis. Universitas Brawijaya. Malang.
- Arsa, M. 2016. *Proses Pencoklatan (Browning Process) pada Bahan Pangan*. Bali : Universitas Udayana.
- Aryani, N, -S., Mustofa, -A., Wulandari, Y, -W., 2019. Karakteristik roti tawar substitusi tepung kentang (*Solanum tuberosum L.*) dengan penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera Lamk.*). 4(2), 65-73. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v4i2.3148>
- Astuti, R, -M., 2015. Pengaruh penggunaan suhu pengovenan terhadap kualitas roti bolu manis dilihat dari aspek warna kulit, rasa, aroma dan tekstur. *TEKNOBUGA: Jurnal Teknologi Busana dan Boga*. 2(2), 61-79. <https://doi.org/10.15294/teknobuga.v2i2.6433>
- Augustyn, G, -H., Tuhumury, H, C, -D., Dahoklory, -M., 2017. Pengaruh penambahan tepung daun kelor (*moringa oleifera*) terhadap karakteristik organoleptik dan kimia biscuit mocaf (modified cassava flour). *Agritekno: Jurnal Teknologi*

- Pertanian*. 6(2), 52-58.
<https://doi.org/10.30598/jagritekno.2017.6.2.52>
- Badriyah, -B., Achmadi, -J., Nuswantara, L, -K., 2017. Kelarutan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan daun kelor (*Moringa oleifera*) di dalam rumen secara in vitro. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 19(3), 116-121.
<https://doi.org/10.25077/jpi.19.3.116-121.2017>
- Baek, C, -W., Lee, J, -H., 2021. Evaluation of the quality characteristics of protein cubes supplemented with moringa leaf (*Moringa oleifera* Lam.) and green tea powders. *Korean Journal of Food Preservation*. 28(4), 456-468.
<https://doi.org/10.11002/kjfp.2021.28.4.456>
- Bourekoua, -H., Rozylo, -R., Dziki, U, G., Benatallah, -L., Zidoune, M, -N., Dziki, -D., 2018. Evaluation of physical, sensorial, and antioxidant properties of gluten-free bread enriched with *Moringa oleifera* leaf powder. *European Food Research and Technology*. 244, 189-195.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-017-2942-y>
- BPS. 2022. Impor Biji Gandum dan Meslin Negara Asal Utama. Badan Pusat Statistik, Indonesia
- BSN. 1992. *SNI 01-2891-2015 Cara Uji Makanan dan Minuman*. Badan Standardisasi Nasional, Indonesia
- Dahlia L. 2014. *Hidup Sehat tanpa Gluten*. Jakarta: Gramedia-Press.
- Damayanti, D, -A., Wahyuni, -W., Wena, -M., 2014. Kajian kadar serat, kalsium, protein, dan sifat organoleptik chiffon cake berbahan MOCAF sebagai alternatif pengganti terigu. *Teknologi dan Kejuruan*. 37(1), 73-82.
http://mulok.lib.um.ac.id/index.php?p=show_detail&id=61167
- Data Kemenkes RI. 2019. Tabel komposisi pangan indonesia (TKPI). Dilihat: 15 Oktober 2022.
<<https://m.andrafarm.com>>
- de Garmo ED, Sullivan WG, Canada, JR. 1984. *Engineering Economy*. New York: Mac Millan Publishing.
- Devisetti, -R., Sreerama, Y, -N., Bhattacharya, -S., 2016. Processing effects on bioactive components and functional properties of Moringa leaves: Development of a snack and quality evaluation. *Journal of Food Science and Technology*. 53, 649-657.
<https://doi.org/10.1007/s13197-015-1962-5>
- Dewi, D, -P., 2018. Substitusi tepung daun kelor (*Moringa oleifera* L.) pada cookies terhadap sifat fisik, sifat organoleptik, kadar proksimat, dan kadar Fe. *Ilmu Gizi Indonesia*. 1(2), 104-112.
<https://doi.org/10.35842/ilgi.v1i2.22>
- Dwiani, -A., Yuniartini, N, L, P, -S., 2022. Kajian sifat kimia brownies panggang dengan substitusi MOCAF dan tepung kelor. *Jurnal Agrotek Ummat*. 9(1), 1-9.
<https://journal.ummat.ac.id/journals/17/articles/6731/submission/editor/6731-22794-1-ED.docx>
- El-Gammal, R, -E., Ghoneim, G, -A., dan ElShehawy, S, -M., 2016. Effect of moringa leaves powder (*Moringa oleifera*) on some chemical and physical properties of pan bread. *Journal of Food and Dairy Sciences*. 7(7), 307-314.
https://jfds.journals.ekb.eg/article_46005_54f31f7f38357bbda88a841344245396.pdf
- Gopalakrishnan, -L., Doriya, -K., Kumar, D, -S., 2016. Moringa oleifera: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*. 5(2), 49-56.
<https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>
- Hakim, M, A, -A., Dahlia, -M., Alsuhehndra., 2021. Pengaruh penambahan tepung daun kelor pada pembuatan cupcake terhadap daya terima konsumen. *Jurnal Sains Boga*. 4(1), 22-27.
<https://doi.org/10.21009/jsb.004.1.04>
- Hasniar, Rais, -M., Fadilah, -R., 2019. Analisis kandungan gizi dan uji organoleptik pada bakso tempe dengan penambahan daun kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 5, 189 – S200.

- Hastuti, -S., Suryawati, -S., Maflahah, -I., 2016. Pengujian sensoris nugget ayam fortifikasi daun kelor. *Agrointek*. 9(1), 71-75. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v9i1.2126>
- Helingo, -Z., Liputo, S, -A., Limonu, -M., 2021. Pengaruh penambahan tepung daun kelor terhadap kualitas roti dengan berbahan dasar tepung sukun. *Jambura Journal of Food Technology*. 3(2), 1-12. <https://doi.org/10.37905/jjft.v3i2.7515>
- Hutching, JB. 1999. *Food Color and Appearance 2nd ed*. Maryland: Aspen Pub.
- Indriasari, -Y., Basrin, -F., Salam, M, B, H, -B., 2019. Analisis penerimaan konsumen Moringa Biscuit (biskuit kelor) diperkaya tepung daun kelor (*Moringa oleifera*). *Agroland: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 26(3), 221-229. <https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v26i3.996>
- Kartikasari, S, -N., Sari, -P., Subagio, -A., 2016. Karakterisasi sifat kimia, profil amilografi (RVA) dan morfologi granula (SEM) pati singkong termodifikasi secara biologi. *Jurnal Agroteknologi*, 10(01), 12-24. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JAGT/article/view/4472/3327>
- Kartikasari, S, -N., Sari, -P., Subagio, -A., 2019. The effect of improver addition on sweet bread made from wheat flour. *Food ScienTech Journal*. 1(1), 8-19. <https://doi.org/10.33512/fsj.v1i1.6193>
- Kiranawati, T, -M., Wibowotomo., -B., Nurjanah, -N., 2020. Moringa leaves flour and tengger potato flour as composite flour for GFCF diets. *Proceedings of the 2nd International Conference Social, Applied Science, and Technology in Home Economics*, pp. 108-113. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200218.018>
- Krissetiana, -H., Kiswanto, -Y., Suyanto, -R., 2020. Perlakuan *proofing* terhadap sifat sensoris roti MOCAF. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 5(1), 1-11. <https://doi.org/10.33061/jtitipari.v5i1.3638>
- Lee, C, -C., Lin, S, -D., 2008. Effect of GABA tea on quality characteristics of chiffon cake. *Cereal Chemistry*, 85(1), 31-38. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-85-1-0031>
- López, E, -P., Pérez, G, -T., de Erramouspe, P, L, -J., Cuevas, C, -M., 2013. Effect of Brea Gum on the characteristics of wheat bread at different storage times. *Food Science and Technology*. 33(4), 745-752. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013000400021>
- Mazidah, Y, -F., Kusumaningrum, -I., Safitri, D, -E., 2018. Penggunaan tepung daun kelor pada pembuatan crackers sumber kalsium. *ARGIPA (Arsip Gizi dan Pangan)*. 3(2), 67-79. <https://doi.org/10.22236/argipa.v3i2.2462>
- Medho, -M., Mohamad, V, -E., 2021. Penerimaan sensori roti jagung yang difortifikasi tepung daun kelor (*Moringa oleifera*). *Partner*. 26(1), 1468-1480. <https://doi.org/10.35726/jp.v26i1.487>
- Michalska, -A., Amigo-Benavent, -M., Zielinski, -H., del Castillo, M, -D., 2008. Effect of bread making on formation of Maillard reaction products contributing to the overall antioxidant activity of rye bread. *Journal of Cereal Science*. 48(1), 123-132. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.08.012>
- Mishra, -S., Mishra, -S., Kumari, -S., Bharali, -D., 2021. Evaluation of nutritional and microbial properties of bread developed by incorporating *Moringa oleifera* leaves and fenugreek leaves. *Asian Food Science Journal*. 20(1), 93-101. <https://doi.org/10.9734/afsj/2021/v20i730325>
- Moyo, -B., Masika, P, -J., Muchenje, -V., 2012. Antimicrobial activities of *Moringa oleifera* lam leaf extracts. *African Journal of Biotechnology*.

- 11(11), 2797-2802.
<https://doi.org/10.5897/ajb10.686>
- Najla, -L. 2021. Pengembangan Produk Roti Bolu Manis dengan Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*). Thesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Nurdin, -J., 2018. Strategi pemasaran tepung MOCAF sebagai bahan substitusi tepung terigu pada industri pangan olahan di makassar. *Jurnal Ilmiah METANSI" Manajemen dan Akuntansi"*. 1(2): 59-65.
<https://doi.org/10.57093/metansi.v1i2.66>
- Pawiwara, -I., Triastuti, -D., Baharta, -R., 2023. Karakteristik roti tawar substitusi tepung bekatul dengan penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Ilmiah Ilmu dan Teknologi Rekayasa*. 5(1), 1-8.
<https://doi.org/10.31962/jiitr.v5i1.110>
- Pontang, G, -S., Wening, D, -K., 2021. Formulasi *snack bar* berbahan dasar tepung mocaf dan tepung kacang merah sebagai makanan selingan bagi atlet. *Journal of Nutrition College*. 10(3), 218-226.
<https://doi.org/10.14710/jnc.v10i3.29278>
- Pusuma, D, -A., Praptiningsih, -Y., Choiron, -M., 2018. Karakteristik roti tawar kaya serat yang disubstitusi menggunakan tepung ampas kelapa. *Jurnal Agroteknologi*. 12(1), 29-42.
<https://doi.org/10.19184/j-agt.v12i1.7886>
- Rahmi, -Y., Wani, Y, -A., Kusuma, T, -S., Yuliani, S, -C., Rafidah, -G., Azizah, T, -A., 2019. Profil mutu gizi, fisik, dan organoleptik mie basah dengan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*). *Indonesian Journal of Human Nutrition*. 6(1), 10-21.
<https://doi.org/10.21776/ub.ijhn.2019.006.01.2>
- Risti, -Y., Rahayuni, -A., 2013. Pengaruh penambahan telur terhadap kadar protein, serat, tingkat kekenyalan dan penerimaan mie basah bebas gluten berbahan baku tepung komposit. *Journal of Nutrition College*. 2(4), 697-703.
<https://doi.org/10.14710/jnc.v2i4.3833>
- Roihanah, M. 2014. Pengaruh jumlah karagenan dan ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*) terhadap sifat organoleptik jelly drink daun kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Tata Boga*. 3(3), 96-105.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-tata-boga/article/view/9038>
- Salimah, D, -M., Lindriati, -T., Purnomo, B, -H., 2015. Sifat fisik dan kimia puree jambu biji merah (*Psidium guajava L.*) dengan penambahan gum arab dan gum xanthan. *Jurnal Agroteknologi*, 9(2), 145-155.
<https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JAGT/article/view/3540/2750>
- Sari, Y, -K., Adi, A, -C., 2017. Daya terima, kadar protein dan zat besi cookies substitusi tepung daun kelor dan tepung kecambah kedelai. *Media Gizi Indonesia*. 12(1), 27-33.
<https://doi.org/10.20473/mgi.v12i1.27-33>
- Sengev, A, -I., Abu, J, -O., Gernah, D, -I., 2013. Effect of moringa oleifera leaf powder supplementation on some quality characteristics of wheat bread. *Food and Nutrition Sciences*. 4(3), 270-275.
<https://doi.org/10.4236/fns.2013.43036>
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., Sari, MY. 2010. *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro*. Bogor: IPB Press.
- Singleton, VL., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, RM. 1999. 'Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidant By Means of Folin-Ciocalteu Reagent' Dalam Lester, P. (ed). *Methods in Enzymology*. Academic Press.
- Toripah, S, -S., 2014. Aktivitas antioksidan dan kandungan total fenolik ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* LAM). *Pharmacon*. 3(4). 37-43.
<https://doi.org/10.35799/pha.3.2014.6043>
- Varriano, J., Marston, -E., 1977. A comparison of dough preparation procedures for scanning electron

- microscopy. *Food Technology*. 31, 32-36.
<https://cir.nii.ac.jp/crid/1573105976301829760>
- Yamaguchi, -F., Saito, -M., Ariga, -T., Yoshimura, -Y., Nakazawa, -H., 2000. Free radical scavenging activity and antiulcer activity of garcinol from *Garcinia indica* fruit rind. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6), 2320-2325.
<https://doi.org/10.1021/jf990908c>
- Yasa, I, W, -S., Zainuri, -Z., Zaini, M, -A., Hadi, -T., 2016. Mutu roti berbahan dasar MOCAF formulasi dan metode pembuatan adonan. *Pro Food*. 2(2), 120-126.
<https://profood.unram.ac.id/index.php/profood/article/view/26/22>
- Zakaria, Tamrin, -A., Sirajuddin, Hartono, -R., 2012. Penambahan tepung daun kelor pada menu makanan sehari-hari dalam Upaya penanggulangan gizi kurang pada anak balita. *Media Gizi Pangan*. 8(1), 41-47.