

Komposisi Nutrisi, Kandungan Senyawa Bioaktif dan Uji Hedonik Kue Tepung Ubi Ungu (*Ipomoea batatas* cultivar Ayamurasaki) Fermentasi
[Nutrient Composition, Content of Bioactive Compounds and Hedonic Test of Purple Sweet Potato Flour Cake (*Ipomoea batatas* cultivar Ayamurasaki) Fermentation]

Maharani¹, Indriana Pratiwi² & Yati Sudaryati Soeka³

¹Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Pakuan

²Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret, Surakarta

³Pusat Riset Mikrobiologi Terapan, Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan, BRIN
Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong, Bogor 16911
e-mail: ceuceu_lipi@yahoo.com

Memasukkan: November 2022, **Diterima:** Maret 2023

ABSTRACT

Purple sweet potato (*Ipomoea batatas* cultivar Ayamurasaki) is one of the most abundant tropical food crops in Indonesia. Purple sweet potato has a very feasible potential to be considered in supporting a food diversification program based on flour products. The purpose of this study was to determine the nutritional composition and content of bioactive compounds in cakes made from processed purple sweet potatoes without and with fermentation. The cake microstructure was observed and documented using a SEM (Scanning Electro Microscopy) microscope. Organoleptic preference test was done in hedonic form (like or dislike) on taste, aroma, texture and color. Data were analyzed using SPSS software with ANOVA analysis. The nutritional results of the fermented purple sweet potato cake increased in the content of carbohydrates, fat, ash, dietary fiber, amylose, amylopectin while the protein and water content decreased. The result of the content of bioactive compounds from purple sweet potato cake with fermentation was an increase in the content of antioxidants, flavonoids while the content of polyphenols decreased. SEM results from purple sweet potato cake crumbs without and with different fermentation. The hedonic test results in terms of taste, aroma, and texture of cakes with flour without fermentation are preferred, while in terms of color without and with fermentation cakes are equally preferred.

Keywords: fermentation, purple sweet potato cake (*Ipomoea batatas* cultivar Ayamurasaki)

ABSTRAK

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* cultivar Ayamurasaki) merupakan salah satu tanaman pangan tropis yang banyak terdapat di Indonesia. Ubi jalar ungu memiliki potensi yang sangat layak untuk dipertimbangkan dalam menunjang program diversifikasi pangan yang berbasiskan produk tepung. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui komposisi nutrisi dan kandungan senyawa bioaktif kue hasil olahan ubi jalar ungu tanpa dan dengan fermentasi. Mikrostruktur kue diamati dan didokumentasikan dengan menggunakan mikroskop SEM (*Scanning Electro Microscopy*). Uji kesukaan secara organoleptik dalam bentuk hedonik (suka atau tidak suka) terhadap rasa, aroma, tekstur dan warna. Data dianalisis menggunakan software SPSS dengan analisis ANOVA. Hasil nutrisi dari kue ubi jalar ungu hasil fermentasi terjadi peningkatan terhadap kandungan karbohidrat, lemak, abu, serat pangan, amilosa, amilopektin sedangkan pada kandungan protein dan air terjadi penurunan. Hasil kandungan senyawa bioaktif dari kue ubi jalar ungu dengan fermentasi terjadi peningkatan pada kandungan antioksidan, flavonoid sedangkan pada kandungan polifenol terjadi penurunan. Hasil SEM dari remah kue ubi jalar ungu tanpa dan dengan fermentasi berbeda. Hasil uji hedonik dari segi rasa, aroma, dan tekstur kue dengan tepung tanpa fermentasi lebih disukai, sedangkan dari segi warna tanpa dan dengan fermentasi kue sama-sama disukai.

Kata Kunci: fermentasi, kue ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* cultivar Ayamurasaki)

PENDAHULUAN

Ubi jalar merupakan tanaman palawija yang berpotensi menjadi sumber karbohidrat utama yang memiliki potensi besar sebagai makanan fungsional dan bahan nutrasetikal untuk dieksplorasi dalam pengurangan risiko

penyakit (Chandrasekara & Kumar 2016).

Salah satu varietas ubi jalar yang layak dikembangkan yaitu ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* cultivar Ayamurasaki). Ubi jalar ungu memiliki potensi yang sangat layak untuk dipertimbangkan dalam menunjang program diversifikasi pangan yang berbasiskan produk

tepung sebagai sumber karbohidrat (Olatunde *et al.* 2016; Rodrigues *et al.* 2016), dapat menjadi pilihan makanan sehat bagi konsumen dan sumber potensial untuk pewarna makanan alami (Truong *et al.* 2010).

Pengolahan ubi jalar ungu menjadi tepung selain dapat meningkatkan umur simpan, juga dapat memudahkan untuk diolah menjadi beraneka ragam produk makanan, salah satu diantaranya kue ubi jalar ungu (Adu-Kwarteng *et al.* 2014; Akoetey *et al.* 2017). Akhir-akhir ini, bahan pangan mulai banyak diminati oleh konsumen bukan hanya memiliki komposisi gizi yang baik, citarasa yang enak, penampakan yang menarik tetapi juga bersifat fungsional yakni bermanfaat bagi kesehatan (Guiné *et al.* 2020). Ubi jalar ungu dalam bentuk tepungnya, dapat dijadikan bahan dasar sumber karbohidrat sebagai produk olahan pengganti tepung lainnya atau menggantikan tepung terigu secara keseluruhan (Olatunde *et al.* 2016; Rodrigues *et al.* 2016; Aristizábal *et al.* 2017; Toan & Anh 2018). Ubi ungu dalam bentuk tepung mudah diolah menjadi berbagai produk olahan dan diversifikasi pangan (Akoetey *et al.* 2017). Pengolahan hasil umbi-umbian mempunyai prospek yang baik untuk meningkatkan pendapatan petani (nilai tambah) dan meningkatkan ketersediaan pangan pendamping beras, seperti produk tepung umbi-umbian termodifikasi (Kehinde & Aboaba 2016).

Pengaruh proses fermentasi pati secara alami maupun menggunakan starter bakteri asam laktat (BAL) terhadap pati ubi kayu, beras, dan ubi jalar juga sudah diteliti oleh Chinsamran *et al.* (2005), dan diperoleh bahwa proses fermentasi baik secara alami maupun menggunakan starter BAL dapat meningkatkan kandungan protein dan mineral dari pati, menurunkan viskositas pati, serta menyebabkan terjadinya depolimerisasi pati karena terbentuknya suasana asam. Hasil penelitian Igbabul *et al.* (2014) menunjukkan bahwa proses fermentasi pada talas dapat meningkatkan nilai gizi dan mengurangi komponen anti gizi, memperbaiki sifat fungsional dan meningkatkan penggunaan tepung talas untuk berbagai produk pangan. Selain itu kajian lain juga telah dilakukan terhadap Tepung Jali (*Coix lacrymajobi* L.), Tepung Umbi Gadung (*Dioscorea*

hispidia (Soeka dkk 2022, Soeka, & Sulistiani 2021; 2022).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui komposisi nutrisi, kandungan senyawa bioaktif, mikrostruktur dan tingkat kesukaan (hedonik) masyarakat terhadap kue produk olahan tepung ubi ungu (*Ipomoea batatas* cultivar Ayam-urasaki) hasil fermentasi.

BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan baku yang digunakan adalah tepung ubi ungu (*Ipomoea batatas* cultivar Ayam-urasaki) tanpa dan dengan fermentasi *L. plantarum* InaCC B 157.

Pembuatan satu adonan kue dari tepung ubi ungu tanpa dan dengan fermentasi masing masing ditimbang 38 g tepung ubi ungu, 38 g tepung beras, garam secukupnya, vanili secukupnya dan gula 20 g dimasukkan ke dalam wadah dan diaduk hingga tercampur, selanjutnya santan dituangkan sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga adonan tercampur rata. Adonan dituang hingga ½ bagian wadah yang telah diolesi minyak dan dikukus selama ± 10-20 menit. Tepung kue ubi ungu tanpa dan dengan fermentasi masing masing dianalisis nutrisinya terdiri dari: kadar proksimat (karbohidrat, lemak, protein, air, abu (AOAC 2005), serat kasar (*crude fiber*) (Thiex 2009), serat pangan (*dietary fiber*) (AACCC Method 32-05.01 Megazyme 2017), amilosa, amilopektin (Apriyantono 1989). Kandungan senyawa bio-aktif, terdiri dari: antioksidan DPPH (Sompong *et al.* 2011), total polifenol dengan metode *Folin Ciocalteu* (Conde *et al.* 1997), analisis flavonoid (Baba & Malik 2015) menggunakan spektrofotometri.

Mikrostruktur remah kue ubi ungu tanpa dan dengan fermentasi dilihat dengan menggunakan mikroskop SEM (*Scanning Electro Microscopy*) Type alat JSM-5000, dengan pembesaran 1.000 x, voltage 20 kV, panjang gambar dari sisi kanan (B) ke sisi kiri (A) (dalam mikrometer) 132 um (Goldstein *et al.* 1992).

Uji penerimaan (hedonik), dianalisis dengan ANOVA. Analisis dilakukan untuk menguji ada tidaknya pengaruh variable dependen terhadap variable independen dari hasil data nilai kuisioner

terhadap rasa, aroma, tekstur dan warna antar perlakuan tepung tanpa dan dengan fermentasi. Selain itu adanya pengaruh yang nyata dapat dilihat pada nilai ANOVA (Rafika dkk. 2012). Skor penilaian yang digunakan dalam uji *hedonic* ada 4 tingkat, yaitu 1 = kurang suka, 2 = agak suka, 3 = suka, dan 4 = sangat suka.

HASIL

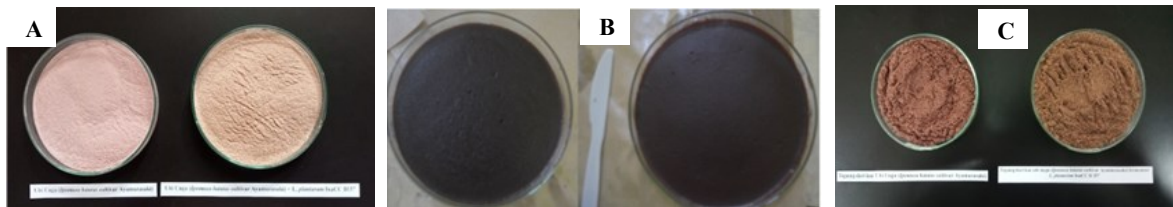
Pada Gambar 1 pembuatan kue di laboratrium tepung ubi ungu dengan perlakuan tanpa dan dengan fermentasi dapat dilihat berbeda warnanya (A). Pada kue matang terlihat sedikit perbedaan warnanya (B). Remah kue sudah dikeringkan dan diblender terlihat berbeda warnanya (C).

Pada Gambar 2 pembuatan kue untuk diperdagangkan. Tahapan pembuatan kue dengan, pencampuran adonan (A). Adonan yang sudah tercampur dalam cetakan di sebelah kiri tanpa penambahan santan kental sebelah kanan

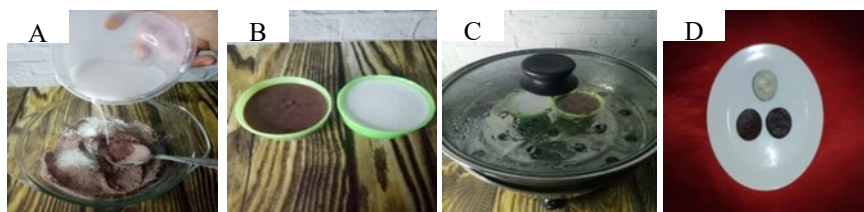
penambahan santan kental (B). Pengukusan di atasnya tanpa dan dengan diberi santan (C). Kue yang sudah matang tanpa dan dengan santan kental (D).

Hasil analisis proksimat remah kue tanpa dan dengan fermentasi secara umum menunjukkan peningkatan mutu nutrisi kue hasil fermentasi dibandingkan dengan yang tidak difermentasi (Tabel 1).

Kandungan karbohidrat fermentasi 88,82% terjadi peningkatan dibandingkan tanpa fermentasi sebesar 88,60%. Kandungan lemak pada kue hasil fermentasi sebesar 2,84%. terjadi peningkatan dibanding dengan kue yang tidak difermentasi sebesar 2,75%. Kandungan protein terjadi penurunan hasil fermentasi sebesar 6,14% dibandingkan tanpa fermentasi sebesar 6,42%. Kandungan air hasil fermentasi sebesar 1,78% terjadi penurunan dibandingkan tanpa fermentasi 1,85%. Kandungan abu terjadi peningkatan tanpa fermentasi sebesar 0,38% dan hasil fermentasi 0,42%. Kandungan serat



Gambar 1. A. Tepung ubi ungu tanpa dan dengan fermentasi; B. Kue ubi ungu tanpa dan dengan fermentasi dan C. Remah kue ubi ungu tanpa dan dengan fermentasi



Gambar 2. Tahapan pembuatan kue ubi ungu tanpa dan dengan fermentasi.

Tabel 1. Komposisi kimia tepung kue ubi ungu tanpa dan dengan fermentasi

Jenis Analisis (%)	Metode	Tanpa fermentasi	Fermentasi
Karbohidrat	By Different	88,6	88,82
Lemak	Soxhlet (AOAC, 2005)	2,75	2,84
Protein	Kjeldahl (AOAC, 2005)	6,42	6,14
Air	Thermogravimetri (AOAC, 2005)	1,85	1,78
Abu	Gravimetri (AOAC, 2005)	0,38	0,42
Serat kasar	Digest (AACC, Method 32-07.01)	0,912	0,927
Serat pangan	Enzimatik (AACC, Method 32-07.01)	1,32	1,35

kasar tanpa fermentasi sebesar 0,912% terjadi peningkatan hasil fermentasi sebesar 0,927%. Kandungan serat pangan tanpa fermentasi sebesar 1,32 % terjadi peningkatan hasil fermentasi sebesar 1,35%.

Karakteristik rasio amilosa/amilopektin tepung pati menunjukkan perbandingan antara proporsi amilosa (polimer pati rantai lurus) dan amilopektin (polimer pati rantai lurus dan rantai cabang). Kandungan amilosa dan amilopektin kue hasil fermentasi terjadi peningkatan masing-masing 19,41% dan 65,28% dibanding kue tanpa fermentasi masing-masing 18,85% dan 63,87%, diduga terkait dengan proses pemecahan polimer pati selama proses pengolahan (Tabel 2).

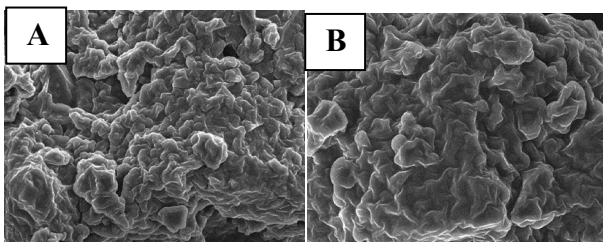
Tabel 3 kandungan antioksidan pada kue ubi jalar ungu tanpa fermentasi sebesar 92,099% dan hasil fermentasi sebesar 92,200% terjadi peningkatan walaupun sangat kecil. Kandungan fenol pada kue ubi jalar ungu tanpa fermentasi sebesar 0,199 mgGAE/g dan hasil fermentasi sebesar 0,152 mgGAE/g terjadi penurunan. Kandungan flavonoid pada kue ubi jalar ungu tanpa fermentasi sebesar 0,179 mg QE/g dan hasil fermentasi sebesar 0,240 mg

Tabel 2. Kandungan amilosa dan amilopektin tepung kue ubi ungu tanpa dan dengan fermentasi

Jenis Analisis (%)	Tanpa fermentasi	Fermentasi
Amilosa	18,85	19,41
Amilopektin	63,87	65,28

Tabel 3. Kandungan senyawa bioaktif tepung kue ubi ungu tanpa dan dengan fermentasi

Jenis Analisis	Tanpa fermentasi	Fermentasi
Antioksidan (% Inhibisi)	92,099	92,2
Fenol (mg GAE/g)	0,199	0,152
Flavonoid (mg QE/g)	0,179	0,24



Gambar 3. Foto SEM A. Kue ubi ungu tanpa fermentasi, B. Kue ubi ungu dengan fermentasi

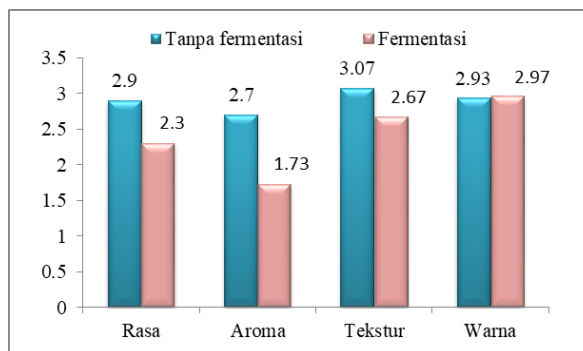
QE/g terjadi peningkatan dibanding tanpa fermentasi.

Gambar 3 menggunakan mikroskop elektron terlihat perbedaan morfologi yang mewakili mikrograf remah kue ubi ungu tanpa fermentasi (A) dan hasil fermentasi (B). Secara umum mikrostruktur tepung kue ubi ungu nampak menunjukkan perbedaan struktural dengan tepung kue ubi ungu tanpa fermentasi, memiliki karakteristik ukuran granula pati yang berbeda. Penggunaan foto SEM pada tepung kue ubi ungu tanpa dan dengan fermentasi bertujuan memberikan informasi tentang sifat amilograf tepung kue ubi ungu.

Uji organoleptik terhadap suatu produk menggunakan uji homogenitas antara kue ubi jalar ungu tanpa dan dengan fermentasi (Gambar 4) menunjukkan bahwa signifikansi perbedaan rasa, aroma, dan tekstur ($P < 0.05$), sedangkan warna memiliki nilai signifikansi ($P > 0.05$). Hasil Uji ANOVA terkait uji hedonik pada kue ubi jalar ungu tanpa dan dengan fermentasi menunjukkan bahwa hanya uji warna yang memiliki nilai signifikansi ($P > 0.05$) sehingga tidak ada perbedaan yang nyata terhadap warna kue ubi jalar ungu. Sedangkan uji aroma, rasa dan tekstur terdapat perbedaan nyata. Substitusi kue ubi jalar ungu tanpa fermentasi lebih unggul dari segi rasa, aroma, dan teksturnya dibanding hasil fermentasi.

PEMBAHASAN

Penapisan kultur mikroba merupakan kegiatan penting dalam penelitian pangan



Gambar 4. Rerata tingkat kesukaan kue dengan substitusi tepung ubi ungu tanpa dan dengan fermentasi

fermentasi, untuk meningkatkan kualitas pangan. Spesies yang baik adalah dengan aktivitas enzim yang lebih tinggi yang dipilih (Nath *et al.* 2016).

Berbagai upaya dilakukan oleh pemerintah Indonesia dalam rangka mendukung program percepatan diversifikasi pangan, sehingga sumber karbohidrat tidak lagi pada satu jenis makanan pokok yaitu beras (Ariani dkk. 2013; Syarif *et al.* 2017). Sentuhan inovasi teknologi terhadap pangan non-beras yang berasal dari sumber umbi mutlak diperlukan (Chandrasekara & Kumar 2016). Upaya untuk mendukung program diversifikasi pangan, perlu dikenalkan produk-produk berbasis pangan lokal sebagai sumber pangan fungsional (Hassan 2014). Fermentasi dan pengeringan adalah metode pengawetan dan pemrosesan makanan tertua yang dapat memberi makanan berbagai rasa, rasa, tekstur, atribut sensorik, nilai nutrisi dan terapeutik (Sharma *et al.* 2020).

Menurut Capozzi *et al.* (2012) sejumlah proses bioteknologi telah dieksplorasi untuk melakukan peningkatan yang lebih ekonomis dan berkelanjutan terhadap kualitas gizi makanan tradisional, program biofortifikasi ini untuk mengatasi malnutrisi gizi mikro yang saat ini telah menjadi issue kesehatan secara global. Konsep fortifikasi in situ dengan fermentasi bakteri memberikan dasar untuk meningkatkan nilai gizi produk makanan dan nilai komersialnya.

Leroy & De Vuyst (2004) mendefinisikan kultur starter sebagai persiapan mikroba dari sejumlah besar sel dari setidaknya satu spesies mikroba untuk ditambahkan ke bahan baku untuk menghasilkan makanan fermentasi dengan mempercepat dan mengarahkan proses fermentasinya.

Ubi jalar memiliki potensi yang bagus untuk dikembangkan sebagai makanan pokok, terutama karena memiliki kandungan gizi lengkap antara lain karbohidrat, lemak, protein, air, serat kasar, vitamin, mineral, antosianin dan senyawa antioksidan (Rodrigues *et al.* 2016; Akoetey *et al.* 2017).

Analisa Proksimat

Pengolahan ubi jalar menjadi tepung adalah

salah satu usaha untuk mendapatkan produk setengah jadi dari komoditas ini sehingga mampu mengkonversi bahan pangan menjadi produk pangan bernilai gizi tinggi (Chandrasekara & Kumar 2016; Rauf *et al.* 2018). Tepung ubi jalar ungu telah digunakan sebagai bahan substitusi tepung terigu pada produk donat, brownies, roti tawar, mie, biskuit, muffin dan lainnya (Putri 2019). Pewarna alami dan antioksidan yang ada dalam ubi ungu dapat digunakan untuk mengembangkan makanan fungsional (Oke & Workneh 2013). Besarnya manfaat ubi jalar ungu prospek yang sangat besar untuk dikembangkan menjadi industri berskala rumah tangga atau skala besar yang dapat mendukung perekonomian masyarakat pada khususnya.

Beberapa keuntungan menggunakan teknologi fermentasi adalah dapat diproduksi dalam skala besar, waktu yang diperlukan untuk produksi efisien, pengawetan, dapat diproduksi secara berkesinambungan dengan biaya yang rendah, dan dapat menyebabkan perubahan tekstur, cita rasa dan aroma (Teng *et al.* 2021). Makanan hasil fermentasi memiliki sifat fungsional unik yang memberikan beberapa manfaat kesehatan untuk konsumen karena adanya mikroorganisme fungsional yang memiliki sifat probiotik, antimikroba, antioksidan, produksi peptide dan lain lain (Tamang *et al.* 2016). Keuntungan komersial penggunaan enzim dapat ditinjau dari beberapa aspek seperti: konversi bahan baku menjadi produk jadi yang lebih baik, keuntungan terhadap lingkungan, penghematan biaya pada bahan baku, atau standarisasi dari proses (Adrio & Demain 2014).

Karbohidrat

Karbohidrat merupakan makanan utama sebagai sumber energi sebagai bahan bakar dalam tubuh terutama saat lapar (Nur dkk. 2018). Menurut Kolahdooz *et al.* (2013) porsi karbohidrat dalam nilai energi makanan adalah 67 – 69%.

Lemak

Menurut Ji *et al.* (2015) kandungan lemak pada ubi ungu rendah 0,72%. Kandungan lemak yang rendah dapat menguntungkan dari segi

penyimpanan dapat disimpan lebih lama (Ambarsari 2009). Lemak merupakan komponen zat gizi yang menyumbangkan energi paling besar dibandingkan karbohidrat dan protein. Menurut Koswara (2009) lemak hasil fermentasi dapat meningkatkan jumlah asam lemak bebas. Kolahdooz *et al.* (2013) porsi lemak dalam nilai energi makanan sebesar 18%.

Protein

Hasil penelitian Ji *et al.* (2015) kadar protein tepung kue ubi jalar ungu lebih rendah (2,4 % tanpa fermentasi dan 2,49 % dengan fermentasi) jika dibandingkan dengan kadar protein kue ubi jalar ungu pada penelitian ini tanpa dan dengan fermentasi masing-masing sebesar 6,42% dan 6,14 %. Kadar protein yang tinggi memberikan keuntungan saat tepung tersebut dibuat pangan olahan dengan cara di panggang. Jadi tepung ubi jalar baik untuk dibuat pangan olahan dengan cara di oven. Kolahdooz *et al.* (2013) porsi protein dalam nilai energi makanan adalah 11 – 13%.

Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter yang cukup penting pada mutu suatu produk makanan, dapat mempengaruhi pada penampilan, tekstur, bentuk, cita rasa, dan berat (Blahovec 2007; Kasaai 2014). Kadar air yang rendah dapat memberikan dampak pada umur simpan yang panjang karena pertumbuhan mikro-organisme dapat terhambat (Olatunde *et al.* 2016; Ijabadeniyi & Pillay 2017). Teknik pengeringan yang baik akan mempertahankan nilai gizi dari tepung dan tahan lama (Rijal dkk. 2019).

Kadar Abu

Kadar abu suatu bahan pangan berkaitan dengan kandungan mineral di dalamnya dapat berupa garam organik dan anorganik (Sulistyaningrum dkk. 2017). Kadar abu sangat penting karena dapat menunjukkan proses pengolahan bahan pangan tersebut baik atau tidak dan sampel layak untuk diproses lebih lanjut (Rijal dkk. 2019; Syukri *et al.* 2020). Kadar abu tersebut menunjukkan bahwa proses pengolahan bahan pangan tersebut baik atau

tidak.

Kadar Serat Kasar

Serat kasar (*crude fiber*) tidak identik dengan serat pangan (*dietary fiber*). Serat kasar adalah komponen sisa hasil hidrolisis suatu bahan pangan dengan asam kuat selanjutnya dihidrolisis dengan basa kuat sehingga terjadi kehilangan selulosa sekitar 50 % dan hemiselulosa 85 %. Produk dengan kandungan serat kasar yang rendah memiliki mutu yang baik karena akan membuat tekstur menjadi halus. Serat kasar pada umbi umumnya mengandung komponen selulosa dan lignin.

Kadar Serat Pangan

Serat pangan atau *dietary fiber* merupakan bagian dari karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh enzim, pencernaan manusia bersifat prebiotik yang dapat merangsang pertumbuhan bakteri yang baik bagi usus bermanfaat untuk pencernaan (Ginting dkk. 2011 & 2014). Serat pangan memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap zat gizi, sering dianggap sebagai makanan sehat untuk seseorang dengan risiko penyakit kardiovaskular, kolesterol tinggi, hipertensi, dapat bermanfaat bagi penderita diabetes melitus karena dapat mereduksi absorpsi glukosa usus, dapat dikaitkan dengan risiko sindrom metabolik lebih rendah (Soliman 2019; Chen *et al.* 2016; Mao *et al.* 2021; Lepping *et al.* 2022).

Kadar Amilosa dan Amilopektin

Granula pati mempunyai dua polimer yakni amilosa dan amilopektin yang dapat dipisahkan dengan air panas. Amilosa disebut sebagai fraksi terlarut sedangkan amilopektin disebut sebagai fraksi tidak larut. Bahan dengan kandungan amilosa tinggi cenderung menghasilkan produk yang keras akibat proses pengembangan yang terbatas. Sebaliknya, kadar amilopektin yang lebih tinggi akan merangsang terjadinya proses pengembangan (*puffing*) sehingga produk pangan ringan, *porous*, garing dan renyah (An 2005). Berdasarkan klasifikasi dari IRRI (*International Rice Research Institute*), kadar amilosa bahan berpati digolongkan menjadi tiga, yaitu amilosa rendah (< 20 %), amilosa

sedang (20-25 %) dan amilosa tinggi (> 25 %). Produk kue pada penelitian ini dapat digolongkan ke dalam pangan berkadar amilosa rendah < 20%. Rasio antara amilosa dan amilopektin ini sangat mempengaruhi sifat fungsional pati.

Pengamatan makrostruktur

Di bawah mikroskop granula pati akan merefleksikan cahaya terpolarisasi dan memperlihatkan pola silang yang terkenal dengan sifat *birefringence* (Taggart 2004). Enzim dan asam organik yang dihasilkan bakteri asam laktat akan mendegradasi sebagian pati menjadi polimer yang lebih pendek rantainya, sehingga memperbaiki sifat fungsional tepung (Nurdjanah & Yuliana 2018).

Kandungan senyawa bioaktif

Pangan fungsional adalah pangan yang diklaim memiliki manfaat kesehatan tambahan di luar nilai gizi dasarnya, dan komponen pangan fungsional bersifat bioaktif, senyawa yang berpotensi bermanfaat yang ditemukan secara alami dalam makanan atau ditambahkan sebagai bahan fungsional berbagai macam makanan untuk menjamin konsumsi komponen makanan fungsional dalam tubuh mereka, seperti asam lemak, serat, karotenoid, flavonoid, prebiotik dan probiotik, vitamin, dan mineral (Shiomi & Savitskaya 2022). Ubi jalar ungu sebagai sumber pangan fungsional dan sumber karbohidrat, memiliki peluang sebagai substitusi bahan pangan utama karena efisien dalam menghasilkan vitamin dan mineral, sehingga bila diterapkan mempunyai peran penting dalam upaya penganeekaragaman pangan dan dapat mengurangi konsumsi beras (Tanak 2016). *Ipomoea batatas* L.; Lam merupakan tanaman pangan penting dengan kandungan lengkap makronutrien, mikro-nutrien, dan sebagai sumber makanan dari beberapa zat aktif metabolit sekunder, terutama karotenoid, asam fenolik, tokoferol, antosianin, flavonoid, dan kumarin (Laveriano-Santos *et al.* 2022). Ubi jalar ungu, karena kandungan antosianinnya yang tinggi, mewakili keunikan pilihan makanan bagi konsumen, serta berpotensi sebagai sumber bahan fungsional untuk produk makanan yang sehat (Laveriano-Santos *et al.*

2022). Saran dari Ginting dkk. (2011) produk olahan dari ubi jalar ungu, dikukus lebih baik daripada direbus, karena sebagian antosianin akan hilang/larut di dalam air rebusan. Warna makanan ini terkait dengan efek kesehatannya yang menguntungkan (Mohanraj & Sivasankar 2014). Hasil penelitian Lidyawati *et al.* (2021) menyatakan ekstrak daun ubi jalar ungu mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, terpenoid dan steroid.

Menurut Abong *et al.* (2020) fitokimia dapat meningkatkan kesehatan manusia dengan bertindak secara antagonis pada kanker dan penyakit kronis lainnya. Fitokimia meliputi vitamin C, total phenolic dan flavonoid, tanin, fitat, dan oksalat terlarut. Fitokimia sangat diperlukan dalam berbagai nutraceutical, farmasi, juga aplikasi pada obat dan kosmetik.

Menurut Xu & Chang (2009) dan Tang *et al.* (2015) metode pengolahan seperti perebusan, pengukusan dan pemanggangan menyebabkan penurunan yang signifikan terhadap kandungan total fenolik, kandungan flavonoid bebas dan antioksidan DPPH.

Kadar Antioksidan

Menurut Abong *et al.* (2020) pemilihan metode pengolahan untuk meningkatkan target kandungan fitokimia dalam produk makanan olahan ubi jalar harus dipelajari dengan baik. Penerapan pengolahan komersial (pengeringan) dan metode memasak rumah tangga (merebus, menggoreng, mengukus, memanggang dengan oven dan microwave) dapat mempengaruhi sifat fungsional dari ubi jalar ke derajat yang berbeda (Laveriano-Santos *et al.* 2022). Aktivitas antioksidan pada ubi jalar dikarenakan keberadaan kandungan gugus fenol, tocopherol dan flavonoid (Huang *et al.* 2004; Yang & Gadi 2008; Yuniarty & Misbach 2016).

Kadar Total Fenol

Pada penelitian ini reaksi oksidase telah menyebabkan penurunan total fenol. Menurut Nurdjanah *et al.* (2017) bahwa teknik modifikasi secara fisik melalui gelatinisasi menggunakan pengering drum berputar (*rotary dryer*) sebelum dilakukan dengan pengeringan menggunakan pengering '*forced air drying*' dapat memperbaiki kualitas tepung yang

diproses secara tradisional karena mampu mempertahankan kandungan antosianin dan total fenol tepung ubi jalar ungu. Menurut Antony & Farid (2022) perubahan kandungan fenolik bisa disebabkan oleh degradasi dari efek panas, aktivitas oksidase polifenol dan isomerisasi selama pemrosesan.

Kadar Flavonoid

Menurut Gao *et al.* (2022) flavonoid didistribusikan secara luas dalam produk alami dan makanan sebagai kelas polifenol. Flavonoid memiliki banyak aktivitas biologis, seperti antioksidan, antiinflamasi, dan aktivitas pencegahan penyakit kardiovaskular. Flavonoid makanan sensitif terhadap kondisi termal, namun, beberapa penelitian menemukan bahwa pemrosesan termal dapat meningkatkan bioaktivitas biologisnya.

Pengujian organoleptik

Menurut Rauf *et al.* (2018) memahami karakteristik dari tepung pasta ubi jalar dapat memberikan petunjuk tentang arah pengembangan produk. Menurut Yuliana (2022) bioproses pengolahan yang diterapkan pada ubi jalar dapat menghasilkan produk-produk yang tidak hanya menarik karena warnanya tetapi juga karena perubahan kandungan kimianya akibat proses biokimia atau fermentasi.

Pengujian organoleptik yang disebut juga penilaian indera atau penilaian sensorik merupakan suatu cara penilaian yang sudah sangat lama dikenal dan masih sangat umum digunakan. Indera yang berperan dalam uji organoleptik adalah indera penglihatan, penciuman, pencicipan, peraba dan pendengaran (Syukri 2009).

Rasa

Hasil uji organoleptik rasa dan aroma berbanding terbalik dengan warna, kue dengan tepung tanpa fermentasi jauh lebih diminati dibanding kue dengan tepung fermentasi. Kue dengan tepung kontrol menghasilkan rasa manis yang cukup, sedangkan kue dengan tepung fermentasi menghasilkan rasa maniskeasaman. Rasa asam yang dihasilkan pada kue disebabkan oleh aktivitas bakteri. Rasa asam pada kue dengan tepung hasil fermentasi belum terlalu umum dilidah masyarakat, sehingga masih

dirasa asing saat dimakan. Kurangnya minat terhadap kue dengan tepung fermentasi dapat disebabkan aroma khas yang masih ada bahkan saat telah menjadi produk kue. Tingginya tingkat keasaman dipengaruhi oleh lama fermentasi, ketersediaan substrat dan banyaknya bakteri asam laktat yang ditambahkan (Armanto & Nurasih 2008). Rasa yang diinginkan serupa dengan aroma yang diinginkan, sehingga tingkat kesukaan panelis terhadap kue dapat dipengaruhi oleh aroma atau bau dari kue saat dirasakan (Rafika dkk. 2012).

Aroma

Aroma yang menjadi salah satu atribut sensori penting mempengaruhi tingkat kesukaan panelis. Aroma adalah bau yang ditimbulkan oleh rangsangan kimia yang tercium oleh syaraf-syaraf olfaktori yang berada dalam rongga hidung. Hasil penelitian Noviyanti dkk. (2016) aroma menentukan kelezatan bahan makanan cita rasa dari bahan pangan, bau yang dihasilkan dari makanan banyak menentukan kelezatan bahan pangan tersebut. Penggunaan tepung tanpa fermentasi menghasilkan nilai organoleptik yang lebih tinggi dibanding tepung fermentasi. Penggunaan tepung ubi ungu kontrol tidak menghasilkan aroma spesifik, namun tepung fermentasi menghasilkan aroma sedikit asam. Aroma asam yang dihasilkan dari tepung fermentasi merupakan aroma khas akibat aktivitas fermentasi bakteri asam laktat yang menghidrolisis pati, sehingga menghasilkan monosakarida yang selanjutnya akan menghasilkan asam-asam organik yang memberi aroma khas, oleh karena itu kue fermentasi meninggalkan rasa dan aroma asam saat uji organoleptik. Aroma asam yang kurang familiar membuat rendahnya nilai hedonik kue dengan substitusi tepung fermentasi (Nafilawati dkk. 2016). Pada proses fermentasi, bakteri asam laktat akan memproduksi asam organik seperti asam laktat dan asam asetat yang mampu menciptakan suasana asam pada produk dan dapat meningkatkan kualitas makanan (Wang *et al.* 2021). Salah satu cara untuk supaya masyarakat menyukai kue dari tepung ubi ungu hasil fermentasi yaitu dengan membuat kue yang adonan kuenya ditambah telur, ragi instan, susu bubuk, gula pasir, kopi, coklat, moka,

margarin dan garam. Sehingga rasa asam yang ditimbulkan oleh proses fermentasi dapat dikurangi atau hilang tidak terasa.

Tekstur

Pengujian tekstur kue berbasis tepung ubi ungu fermentasi lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol. Tekstur kue tepung ubi ungu kontrol lebih padat dan sedikit kenyal. Permukaan kue rata dan tidak mengkilap serta pori-pori terlihat dibandingkan kue fermentasi. Tekstur kue fermentasi lebih empuk dan kenyal. Permukaan kue fermentasi licin, tidak terlihat pori-pori dan mengkilap. Kue fermentasi tidak banyak mengembang dibandingkan kontrol, sehingga lebih kenyal dan lembut. Tepung fermentasi menghasilkan tekstur yang lebih lunak dan lebih mudah menyerap air. Pendekatan yang komprehensif sangat penting untuk memproses makanan yang disukai sehubungan dengan sifat tekstur dan rasa makanan. (Liu *et al.* 2004). Peningkatan degradasi pati diikuti dengan meningkatnya jumlah air terikat yang terbebaskan sehingga tepung perlakuan fermentasi lebih mudah menyatu serta mudah terjadi gelatinasi dan viskositas menjadi meningkat (Pusparani & Yuwono 2014). Tekstur makanan merupakan komponen yang turut menentukan cita rasa makanan karena sensitifitas indera cita rasa dipengaruhi oleh konsistensi makanan.

Warna

Salah satu parameter dalam pengujian organoleptik adalah warna. Warna merupakan salah satu faktor yang memegang peranan penting pada makanan. Apabila suatu produk memiliki nilai gizi yang tinggi dan baik namun memiliki warna yang tidak menarik tentunya akan mempengaruhi minat konsumen. Kue ubi ungu kontrol berwarna ungu gelap pekat dan kue fermentasi berwarna pekat yaitu ungu gelap kecoklatan serta permukaan mengkilap. Warna terang dan mengkilap membuat kue fermentasi terlihat lebih menarik. Berdasarkan olah data hasil analisis tidak berbeda nyata, namun nilai warna untuk kue fermentasi warnanya lebih disukai. Fermentasi ternyata memberikan produk dengan warna yang lebih terang dan kualitas produk yang lebih baik dengan peningkatan

penerimaan konsumen (Ropelewska *et al.* 2022). Warna menjadi karakteristik yang menentukan penerimaan atau penolakan terhadap suatu produk sehingga mempengaruhi pertimbangan konsumen (Pitunani dkk. 2016). Suatu bahan yang dinilai bergizi, enak, dan teksturnya sangat baik tidak akan dimakan apabila memiliki warna yang tidak sedap dipandang atau memberi kesan telah menyimpang dari warna yang seharusnya. Hasil penelitian Bora *et al.* (2019) warna merupakan salah satu ciri utama makanan, yang menentukan daya tariknya bagi konsumen dan zat pewarna yang diperoleh dari sumber biologis dapat bertindak sebagai antimikroba, antioksidan sehingga dapat mencegah beberapa penyakit dan gangguan pada manusia.

Menurut penelitian Sharma *et al.* (2020), teknologi fermentasi dapat memperbaiki cita rasa dan dapat meningkatkan aroma dan rasa. Sifat-sifat organoleptik ini membuat makanan yang difermentasi lebih populer dari pada yang tidak difermentasi dalam hal penerimaan konsumen. Makanan fermentasi memiliki sifat fungsional yang unik dan dapat memberi beberapa manfaat kesehatan kepada konsumen karena adanya mikroorganisme fungsional, yang memiliki sifat probiotik, antimikroba, antioksidan, produksi peptida, dan lain-lain (Tamang *et al.* 2016). Teknologi fermentasi diketahui dapat merubah rasa, asam, tekstur, dan atribut sensorik baru, menaikkan nilai gizi dan terapi kesehatan (Sharma *et al.* 2020).

Ubi jalar ungu paling sesuai untuk produk-produk olahan karena warna ungu cerah merupakan daya tarik pertama sebelum orang mencicipinya, juga tekstur yang cenderung empuk, membuat produk olahan ini cukup disukai dan berpeluang mengurangi penggunaan tepung terigu dan tepung beras (Ginting dkk. 2011). Menurut hasil penelitian Lyu *et al.* (2021) umbi ubi jalar yang paling disukai berasosiasi dengan deskripsi pati, warna menarik, manis, lembut dan lengket. Membuat produk bakery dengan tepung ubi ungu bebas gluten hasil fermentasi seperti roti, cake dan cookies yang saat ini di pasaran umumnya terbuat dari tepung terigu.

KESIMPULAN

Hasil fermentasi ubi jalar ungu dengan *L. plantarum* InaCC B 157 dapat meningkatkan kandungan air, abu, protein, lemak, karbohidrat serat pangan, amilosa, amilopektin, antioksidan dan flavonoid. Tingkat kesukaan warna kue tanpa dan dengan fermentasi sama-sama diminati. Tingkat kesukaan (hedonik) masyarakat terhadap rasa, aroma dan tekstur kue berbasis tepung fermentasi dari ubi ungu (*Ipomoea batatas* cultivar Ayumurasaki) masih kurang diminati karena aroma dan rasa asam yang ditimbulkan masih asing bagi panca indera masyarakat. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan selera pada individu dan dipengaruhi beberapa faktor, salah satunya gaya hidup, pengalaman/ pengetahuan tentang rasa makanan, budaya, umur panelis dan kondisi fisik/kesehatan saat mencicipi makanan yang sedang baik atau sebaliknya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Pusat Penelitian Biologi yang telah memberikan dana penelitian ini pada kegiatan DIPA Tematik Pusat Penelitian Biologi- LIPI.

DAFTAR PUSTAKA

- AACC. 2001. The Definition of Dietary Fiber. Cereal Fds. World.
- AACC. 2017. Method 32-05.01 Megazyme
- Abong, GO., T. Muzhingi, MW. Okoth, F. Ng'ang'a, PE. Ochieng, DM. Mbogo, D. Malavi, M. Akhwale & S. Ghimire. 2020. Processing Methods Affect Phytochemical Contents in Products Prepared from Orange-fleshed Sweetpotato Leaves and Roots. *Food Science & Nutrition*. 00:1–10.
- Adrio, JL. & AL. Demain. 2014. Microbial Enzymes: Tools for Biotechnological Processes. *Biomolecules*. 4(1): 117–139.
- Adu-Kwarteng, E., EO. Sakyi-Dawson, GS. Ayernor, Van-Den Truong, FF. Shih & K. Daigle. 2014. Variability of Sugars In Staple-Type Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Cultivars: The Effects of Harvest Time and Storage. *International Journal of Food Properties*. 17: 410-420.
- Akoetey, W., MM. Britain & RO. Morawicki. 2017. Potential use of byproducts from cultivation and processing of sweet potatoes. *Ciência Rural*. 47(5): 1-8.
- Ambarsari, I., Sarjana & A. Choliq. 2009. Rekomendasi Dalam Penetapan Standar Mutu Tepung Ubi Jalar. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), Ungaran. *Jurnal Standarisasi* 11(3): 212-219.
- An, HY. 2005. Effect of Ozonation and Addition of Amino Acids on Properties of Rice Starches [Disertasi]. Louisiana State University.
- Antony, A. & M. Farid. 2022. Review Effect of Temperatures on Polyphenols during Extraction. *Applied Sciences*. 12(2107).
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*, 16th ed. AOAC International, Gaithersburg, Maryland.
- Apriyantono, A., S. Fardiaz, NL. Puspitasari, Sendarwati & S. Budiyanto. 1989. *Analisa Pangan, Petunjuk Laboratorium*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ariani, M., Hermanto, GS. Hardono, Sugiarto & TS. Wahyudi. 2013. *Kajian Strategi Pengembangan Diversifikasi Pangan Lokal*. Laporan Kegiatan Kajian Isu-Isu Aktual Kebijakan Pembangunan Pertanian. Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Aristizábal, J., JA. García & B. Ospina. 2017. Refined cassava flour in bread making: a review. *Ingeniería e Investigación*. 37(1): 25-33.
- Armanto, R., & AS. Nurasih. 2008. Kajian Konsentrasi Bakteri Asam Laktat dan Lama Fermentasi pada Pembuatan Tepung Pati Singkong Asam. *AGRITECH*. 28(3): 97-101.
- Baba, SA. & S.A. Malik. 2015. Determination of total phenolic and flavonoid content, antimicrobial and antioxidant activity of a root extract of *Arisaema jacquemontii* Blume. *Journal of Taibah University for Science*. 9: 449-454.
- Blahovec, J. 2007. Role of water content in food and product texture. *International Agro-physic*. 21: 209-215.

- Bora, P., P. Das, R. Bhattacharyya & MS. Barooah. 2019. Biocolour: The natural way of colouring food. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 8(3): 3663-3668.
- Capozzi, V., P. Russo, M. Fragasso, P. De Vita, D. Fiocco & G. Spano. 2012. Biotechnology and pasta-making: Lactic acid bacteria as a new driver of innovation. *Frontiers in Microbiology* 3: 94.
- Chandrasekara, A. & TJ. Kumar. 2016. Review Article Roots and Tuber Crops as Functional Foods: A Review on Phytochemical Constituents and Their Potential Health Benefits. *International Journal of Food Science*. Volume 2016, Article ID 3631647, 15 pages.
- Chen, C., Y. Zeng, J. Xu, H. Zheng, J. Liu, R. Fan, W. Zhu, L. Yuan, Y. Qin, S. Chen, Y. Zhou, Y. Wu, J. Wan, M. Mi & J. Wang. 2016. Therapeutic effects of soluble dietary fiber consumption on type 2 diabetes mellitus. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 12(2): 1232-1242.
- Chinsamran, K., K. Piyachomkwan, V. Santisopasri & K. Sriroth. 2005. Effect of lactic acid fermentation on psychochemical properties of starch derived from cassava, sweet potato, and rice. *Kasetsart Journal - Natural Science* 39: 76-87.
- Conde, C., MC. Cadahia, G. Vallejo, BED. Simon & JRG. Adrados. 1997. Low Molecular Weight Polyphenol in Cork of *Quercus suber*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(7): 2695-2700.
- Gao, Y, W. Xia, P. Shao, W. Wu, H. Chen, X. Fang, H. Mu, J. Xiao & H. Gao. 2022. Impact of thermal processing on dietary flavonoids. *Current Opinion in Food Science* 48, 100915.
- Ginting, E., JS. Utomo, R. Yulifianti & M. Jusuf. 2011. Potensi Ubijalar Ungu sebagai Pangan Fungsional, *Iptek Tanaman Pangan*. 6(1): 116-138.
- Ginting, E., R. Yulifianti & M. Jusuf. 2014. Ubijalar Sebagai Bahan Diversifikasi Pangan Lokal. *Pangan* 23(2): 194-207.
- Goldstein, JL., DE. Newbury, P. Echlin, DC. Joy, AD. Romig, Jr., CE. Lyman, C. Fiori & E. Lifshin. 1992. *Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis : A text for biologist, materials Scientist, and cytologists*, 2nd ed. Plemun Press, New York, New York, 820 p.
- Guiné, RPF., SG. Florença, MJ. Barroca, & O. Anjos. 2020. Review The Link between the Consumer and the Innovations in Food Product Development. *Foods*. 9(1317).
- Hassan, ZH. 2014. Aneka Tepung Berbasis Bahan Baku Lokal Sebagai Sumber Pangan Fungsional Dalam Upaya Meningkatkan Nilai Tambah Produk Pangan Lokal. *Jurnal Pangan* 23(1): 93-107.
- Huang, DJ., CD. Lin, HJ. Chen & YH. Lin. 2004. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam ‘Tainong 57’) Constituents. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 45: 179–186.
- Igbabul, BD., J. Amove, & I. Twadue. 2014. Effect of fermentation on the proximate composition, antinutritional factors and functional properties of cocoyam (*Colocasia esculenta*) flour. *African Journal of Food Science and Technology* 5(3): 67-74.
- Ijabadeniyi, OA. & Y. Pillay. 2017. Research Article Microbial Safety of Low Water Activity Foods: Study of Simulated and Durban Household Samples. *Journal of Food Quality*. Volume 2017, Article ID 4931521, 7 pages.
- Ji, H., H. Zhang, H. Li & Y. Li. 2015. Analysis on the Nutrition Composition and Antioxidant Activity of Different Types of Sweet Potato Cultivars. *Food and Nutrition Sciences*. 6: 161-167.
- Kasaai, MR. 2014. Use of Water Properties in Food Technology: A Global View. *International Journal of Food Properties*. 17(5): 1034-1054.
- Kolahdooz, F., K. Spearing & S. Sharma. 2013. Dietary adequacies among South African adults in Rural KwaZulu-Natal. *Plos ONE*. 8(6): e67184.
- Kehinde, AL. & KO. Aboaba. 2016. *Analysis of value addition in the processing of cassava tubers to “garri” among cottage level processors in southwestern Nigeria*. The 5th International Conference of the African Association of Agricultural Economists,

- September 23-26, 2016, Addis Ababa, Ethiopia.
- Koswara, S. 2009. *Teknologi Pengolahan Kedelai* (Teori dan Praktek). Ebook Pangan.com.
- Laveriano-Santos, EP., A. López-Yerena, C. Jaime-Rodríguez, J. González-Coria, RM. Lamuela-Raventós, A. Vallverdú-Queralt, J. Romanyà & M. Pérez. 2022. Review Sweet Potato Is Not Simply an Abundant Food Crop: A Comprehensive Review of Its Phytochemical Constituents, Biological Activities, and the Effects of Processing. *Antioxidants*. 11: 1648.
- Lepping, K., LL. Adams-Campbell, J. Hicks, M. Mills & C. Dash. 2022. Dietary fiber intake and metabolic syndrome in postmeno-pausal African American women with obesity. *PLoS One*. 17(9): e0273911.
- Leroy, F. & L. De Vuyst. 2004. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science & Technology* 15(2): 67–78.
- Lidyawati, SF. Dita & CM. Agustiany. 2021. Uji Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas* L.). *Journal of Pharmaceutical and Health Research* 2 (1): 1-3.
- Liu, D., Y. Deng, L. Sha, MA. Hashem & S. Gai. 2017. Impact of oral processing on texture attributes and taste perception. *Journal of Food Science and Technology*. 54(8): 2585–2593.
- Lyu, R., S. Ahmed, W. Fan, J. Yang, X. Wu, W. Zhou, P. Zhang, L. Yuan & H. Wang. 2021. Review Engineering Properties of Sweet Potato Starch for Industrial Applications by Biotechnological Techniques including Genome Editing. *International Journal of Molecular Sciences*. 22, 9533.
- Mao, T., F. Huang, X. Zhu, D. Wei & L. Chen. 2021. Effects of dietary fiber on glycemic control and insulin sensitivity in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Functional Foods*. 82: 104500.
- Mohanraj, R. & S. Sivasankar. 2014. Sweet Potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam)-A Valuable Medicinal Food: A Review. *Journal of Medicinal Food*. 17(7): 733–741.
- Nafilawati, W., S. Wahyuni & L. Karimuna. 2016. Analisis Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Tepung Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.) Termodifikasi oleh Bakteri Asam Laktat (BAL) Asal Isolat Wikau Maombo. *J. Sains dan Teknologi Pangan*. 1(3): 215-221.
- Nath, AK., A. Gupta, B. Neopany, G. Vyas, J. Maneesri, N. Sharma, N. Thakur, K. Achi. U. Schillinger & VK. Joshi. 2016. In book: Indigenous Fermented Foods of South Asia. Chapter 13: Biotechnology and Traditional Fermented Foods Publisher: Taylor & Francis Group Boca Raton London, New York. Editors: VK Joshi.
- Noviyanti, S. Wahyuni, M. Syukri. Analisis Penilaian Organoleptik *Cake Brownies* Substitusi Tepung *Wikau Maombo*. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*. 1(1): 58-66.
- Nur, A., N. Marissa & V.Wilya. 2018. Indeks Glikemik Panganan Khas Aceh (Dodoi, Meuseukat dan Asoe Kaya). *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan* 28 (1): 39-44.
- Nurdjanah, S., N. Yuliana., S. Astuti., J. Hernanto & Z. Zukryandry. 2017. Physico Chemical, Antioxidant and Pasting Pro-perties of Pre-heated Purple Sweet Potato Flour. *Journal of Food and Nutrition Sciences*. 5(4): 140-14.
- Nurdjanah, S. & N. Yuliana. 2018. *Ubi Jalar. Teknologi Produksi dan Karakteristik Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi*. Penerbit CV. Anugrah Utama Raharja.
- Oke, MO. & TS. Workneh. 2013. A review on sweet potato postharvest processing and preservation technology. *International Journal of Agricultural Research and Reviews* 1(1) : 001-014.
- Olatunde, GO., FO. Henshaw, MA. Idowu & K. Tomlins. 2016. Quality attributes of sweet potato flour as influenced by variety, pretreatment and drying method. *Food Science & Nutrition* 4(4):623-635.
- Pitunani, MW., S. Wahyuni & KT. Isamu. 2016. Analisis Proksimat dan Organoleptik Cookies Substitusi Daging Ikan Teri Berbahan Baku Tepung Keladi (*Xanthosoma sagittifolium*) Perendaman dan Tepung Keladi Termodifikasi. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*. 1(3): 201-208.
- Pusparani T. & SS. Yuwono. 2014. Pengaruh

- Fermentasi Alami pada Chips Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) terhadap Sifat Fisik Tepung Ubi Jalar. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4):137-147.
- Putri 2019. Pengembangan *Hybrid* Tepung Ubi Jalar Kaya Antioksidan. *Jurnal Kesehatan*. 10(2): 153-162.
- Rafika, T., N. Nurjanah, & L. Hidayati. 2012. Sifat Organoleptik Substitusi Tepung Kimpul dalam Pembuatan *Cake*. *Teknologi dan Kejuruan*. 35(2): 213-222.
- Rattanachaikunsopon, P & P. Phumkhachorn, 2010. Lactic acid bacteria: their antimicrobial compounds and their uses in food production. *Annals of Biological Research*. 1 (4): 218-228.
- Rauf, R., RN. Aini & Nurdiana. 2018. Pasting Characteristics of Composite Purple Sweet Potato and White Sweet Potato Flours. *Journal of Nutraceuticals and Herbal Medicine* 1(1) : 24-32.
- Rijal, M., NA. Natsir & I. Sere. 2019. Analisis Kandungan Zat Gizi Pada Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* var *Ayamurasaki*) dengan Pengeringsinar Matahari dan Oven. *Jurnal Biotek*. 7(1): 48-57.
- Rodrigues, N. da R., JLJ. Barbosa & MIMJ. Barbosa, 2016. Determination of physico-chemical composition, nutritional facts and technological quality of organic orange and purple-fleshed sweet potatoes and its flours. *International Food Research Journal*. 23(5): 2071-2078.
- Ropelewska E., A. Wrzodak, K. Sabanci & MF. Aslan. 2022. Effect of lacto-fermentation and freeze-drying on the quality of beetroot evaluated using machine vision and sensory analysis. *European Food Research and Technology*. 248:153-161.
- Sharma, R., G. Prakrati, P. Kumar, SK. Bhatia & S. Kulshrestha. 2020. Review. Microbial Fermentation and Its Role in Quality Improvement of Fermented Foods. *Fermentation*. 6(106): 1-20.
- Shiomi, N. & A. Savitskaya, 2022. Current Topics in Functional Food. Edited Saijuddin Shaikh, S. Sources and Health Benefits of Functional Food Components. Published: 2022. DOI: 10.5772/intechopen.104091
- Soliman, GA. 2019. Dietary Fiber, Atherosclerosis and Cardiovascular Disease. *Nutrients*, 11 (5): 1155.
- Sompong, R., S. Siebenhandl-Ehn, G. Linsberger-Martin & E. Berghofer. 2011. "Physico-chemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Sri Lanka. *Food Chemistry*. 124(1): 132-140.
- Soeka, YS. & Sulistiani 2021. Peningkatan Kualitas Tepung Jali (*Coix lacrymajobi* L.) melalui Fermentasi Menggunakan Bakteri Amilolitik-Selulolitik dan Bakteri Asam Laktat Terseleksi. *Jurnal Biologi Indonesia*. 17 (1): 67 - 79.
- Soeka, YS. & Sulistiani 2022. Production of Cellulase Enzymes by *Bacillus subtilis* A8 on Agricultural Waste Products Adlay and Foxtail Millet Husks. *Jurnal Biologi Indonesia*. 18(2):147 - 158.
- Soeka, YS., TR. Sulistiyani, & Y. Yuliani. 2022. Nutrisi dan Uji Hedonik Kue dengan Menggunakan Substitusi Tepung Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) Fermentasi. *Jurnal Biologi Indonesia*: 18 (2): 193 - 204.
- Sulistyaningrum, A., Rahmawati & M. Aqil. 2017. Karakteristik Tepung Jewawut (Foxtail Millet) Varietas Lokal Majene dengan Perlakuan Perendaman. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 14(1): 11- 21.
- Syarif, Z., N. Akhir & B. Satria. 2017. Identification of Plant Morphology of Taro as a Potential Source of Carbohydrates. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*. 7(2): 573-579.
- Syukri, AA. 2009. *Praktikum Evaluasi Sensori*. Di dalam Pengenalan Evaluasi Sensori. Universitas Terbuka, Jakarta. Pp. 1-42.
- Syukri, Y., R. Purwati, N. Hazami, HA. Tahmid & A. Fitria. 2020. Standardization of Specific and Non-Specific Parameters of Propolis Extract as Raw Material for Herbal Product. *EKSAKTA*. 1(1): 36-43.
- Taggart, P. 2004. *Starch as an ingredients : manufacture and applications*. Di dalam: Ann Charlotte Eliasson (ed). *Starch in Food: Structure, Function, and Application*. CRC Press, Baco Raton, Florida.
- Tamang, JP., Shin Dong-Hwa, Jung Su-Jin

- & Chae Soo-Wan. 2016. Functional Properties of Microorganisms in Fermented Foods. *Frontiers in Microbiology*. 7 : 1-13.
- Tanak, Y. 2016. Modifikasi Secara Heat Moisture Treatment Pada Pati Ubi Jalar Ungu Untuk Pangan Fungsional. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*. 5(1): 39-48.
- Tang Y., W. Cai & B. Xu. 2015. Profiles of phenolics, carotenoids and antioxidative capacities of thermal processed white, yellow, orange and purple sweet potatoes grown in Guilin, China. *Food Science and Human Wellness*. 4: 123-132.
- Teng, TS., YL. Chin, KF. Chai & WN. Chen. 2021. Fermentation for future food systems. *EMBO reports* 22: e52680.
- Thiex, N. 2009. Evaluation of Analytical Methods for the Determination of Moisture, Crude Protein, Crude Fat, and Crude Fiber in Distillers Dried Grains with Solubles. *Journal of AOAC International*. 92(1): 61-73.
- Toan, NV. & NVQ. Anh. 2018. Preparation and Improved Quality Production of Flour and the Made Biscuits from Purple Sweet Potato. *Journal of Food and Nutrition*. 4: 1-14.
- Truong, van-Den, N. Deighton, RT. Thompson, RF. McFeeters, LO. Dean, KV. Pecota & GG. Yencho. 2010. Characterization of Anthocyanins and Anthocyanidins in Purple-Fleshed Sweetpotatoes by HPLC-DAD/ESI-MS/MS. *Journal Agriculture. Food Chemical* 58(1): 404-410.
- Wang, Y, J. Wu, M. Lv, Z. Shao, M. Hungwe, J. Wang, X. Bai, J. Xie, Y. Wang & W. Geng. 2021. Metabolism Characteristics of Lactic Acid Bacteria and the Expanding Applications in Food Industry. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 9. Article 612285.
- Xu, BJ. & SKC. Chang. 2009. Total phenolic, phenolic acid, anthocyanin, flavan3-ol, and flavonol profiles and antioxidant properties of pinto and black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by thermal processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57 (11): 4754-4764.
- Yang, J. & RL. Gadi. 2008. Effect of steaming and dehydration on anthocyanins, antioxidant activity, total phenols and color characteristics of purple-fleshed sweet potatoes (*Ipomea batatas*). *American Journal of Food Technology* 3(4): 224-234.
- Yuniarty, T. & SR. Misbach. 2016. Pemanfaatan Sari Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas poiret*) Sebagai Zat Pewarna Pada Pewarnaan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Teknologi Laboratorium*. 5(2): 59 -63.
- Yuliani, N. 2022. *Bioproses Pengolahan Ubi Jalar untuk Pangan*. Penerbit. Pusaka Media.