
**Pengembangan Tepung Ubi Jalar Ungu Pregelatinisasi Serta Aplikasinya Pada Pembuatan
Flakes**

***Development of Pregelatinized Purple Sweet Potato Flour and Its Application in The Making of
Flakes***

Bryan¹⁾, Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati²⁾, I Nengah Kencana Putra³⁾

¹ Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana

E-mail: bryan.icyl@gmail.com

Abstract

Purple sweet potato has good prospects as a raw material in the food industry, especially in the form of flour. However, purple sweet potato flour has several weaknesses such as low solubility in water, low water absorption capacity and the gel form is less uniform. The modification of purple sweet potato flour with pregelatinisation has been developed, but there is a decrease in the level of active components of anthocyanin and its antioxidants. The aim of this research is to find out the right pregelatinization temperature and time to produce the best modified purple sweet potato flour and to find out the ratio of modified purple sweet potato flour and moringa leaf flour to produce flakes with the best characteristics. This research was divided into two stages. The first stage was that the purple sweet potato was pregelatinized with a steaming temperature of 70°C, 80°C and 90°C and steaming time of 5 minutes, 10 minutes and 15 minutes. The best results from the first stage of research were then applied to the second stage of research, namely the effect of adding Moringa leaf flour to purple sweet potato flakes with several levels, namely 0%, 3%, 6%, 9% and 12%. The results of the first stage of research showed that steaming treatment with a temperature of 70°C and a duration of 5 minutes produced the best modified purple sweet potato flour with yield characteristics of 24.90%, anthocyanin content of 25,65 mg/L, starch content of 63.10%, amylose content of 28.73%, amylopectin content of 34.37%, anthocyanin content 25.62 mg/L, viscosity 2597 cP, water absorption capacity 113.27% and oil absorption capacity 110.68%. Modified purple sweet potato flour with the best treatment is used in making purple sweet potato flakes which is added with flour Moringa leaves. The treatment with the addition of 12% moringa leaf flour produced the best purple sweet potato flakes with yield characteristics of 59.41%, anthocyanin content of 8,02 mg/L, antioxidant activity of 19.31%, and organoleptic tests with characteristics of aroma is liked, slightly bitter and like taste, slightly crunchy and liked texture and the panelists overall acceptance is liked.

Keywords: *pregelatinization, modified purple sweet potato flour, moringa leaf flour*

Abstrak

Ubi jalar ungu mempunyai prospek yang baik sebagai bahan baku industri pangan terutama dalam bentuk tepung. Akan tetapi, tepung ubi jalar ungu mempunyai beberapa kelemahan seperti kelarutan dalam air yang rendah, daya serap air yang rendah dan bentuk gel yang dihasilkan kurang seragam. Modifikasi tepung ubi jalar ungu dengan pregelatinisasi telah banyak dikembangkan, namun terjadi penurunan kadar komponen aktif antosianin dan antioksidannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui suhu dan waktu pregelatinisasi yang tepat untuk menghasilkan tepung ubi jalar ungu termodifikasi terbaik dan untuk mengetahui perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi dan tepung daun kelor untuk menghasilkan flakes dengan karakteristik terbaik. Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama yaitu ubi jalar ungu dipregelatinisasi dengan suhu pengukusan 70oC, 80oC dan 90oC serta lama pengukusan 5 menit, 10 menit dan 15 menit. Hasil terbaik dari penelitian tahap pertama kemudian diaplikasikan pada penelitian tahap kedua yaitu pengaruh penambahan tepung daun kelor terhadap flakes ubi jalar ungu dengan beberapa taraf yaitu 0%, 3%, 6%, 9% dan 12%. Hasil penelitian tahap pertama menunjukkan bahwa perlakuan pengukusan dengan suhu 70oC dan lama waktu pengukusan 5 menit menghasilkan tepung ubi jalar ungu termodifikasi terbaik dengan karakteristik rendemen sebesar 24,90%, kadar antosianin sebesar 25,65 mg/L, kadar pati sebesar 63,10%, kadar amilosa sebesar 28,73%, kadar amilopektin sebesar 34,37%, kadar antosianin 25,62 mg/L, viskositas 2597 cP, daya serap air 113,27% dan daya serap minyak 110,68%. Tepung ubi jalar ungu termodifikasi dengan perlakuan terbaik digunakan dalam pembuatan flakes ubi jalar ungu yang ditambahkan tepung daun kelor. Perlakuan dengan penambahan tepung daun kelor 12% menghasilkan serpihan ubi jalar ungu terbaik dengan karakteristik rendemen 59,41%, kadar antosianin 8,02

mg/L, aktivitas antioksidan 19,31%, dan uji organoleptik dengan karakteristik aroma suka, agak pahit dan suka, tekstur agak renyah dan suka serta penerimaan panelis secara keseluruhan suka.

Kata kunci: pregelatinisasi, tepung ubi jalar ungu termodifikasi, tepung daun kelor

PENDAHULUAN

Ubi jalar ungu merupakan jenis umbi-umbian yang memiliki warna ungu yang unik dan menarik serta banyak mengandung senyawa antosianin yang memiliki peran sebagai antioksidan alami. Antosianin ubi jalar ungu juga memiliki fungsi fisiologis misal antikanker, antibakteri, perlindungan terhadap kerusakan hati, penyakit jantung dan stroke (Apriliyanti, 2010). Ubi jalar ungu memiliki prospek yang baik sebagai bahan baku dalam industri pangan khususnya dalam bentuk tepung. Tepung ubi jalar ungu memiliki beberapa kelebihan, diantaranya lebih fleksibel untuk pengembangan berbagai macam produk pangan dan nilai gizi, lebih tahan disimpan. Namun tepung ubi jalar ungu memiliki beberapa kelemahan yakni kelarutan yang rendah dalam air dan bentuk gel kurang seragam. Dalam rangka memperbaiki kelemahan tersebut dapat dilakukan dengan modifikasi tepung dengan proses pregelatinisasi. Ekawati et al., (2015) melaporkan modifikasi tepung ubi jalar ungu dengan pregelatinisasi terbaik pada suhu 90 °C selama 25 menit. Dalam penelitian tersebut, proses gelatinisasi dilakukan pada tepung ubi ungu. Hal ini tentu menyebabkan penurunan komponen bioaktif seperti kadar antosianin, karena terjadi proses pemanasan dua kali.. Putra et al., (2017) melaporkan pregelatinisasi keladi kimpul dilakukan tidak dari tepungnya tetapi dari bahan segarnya. Berdasarkan hal tersebut , perlu dilakukan pengembangan pre gelatinisasi tepung ubi ungu dari bahan segarnya.

Faktor utama yang mempengaruhi keberhasilan proses pregelatinisasi adalah suhu dan waktu pregelatinisasinya. Pembuatan tepung ubi jalar ungu modifikasi dengan menggunakan suhu dan waktu pregelatinisasi yang tepat akan menghasilkan tepung modifikasi ubi jalar ungu yang baik dan dapat meminimalkan kerusakan senyawa bioaktif seperti antosianin selama pemanasan. Pemberian panas dengan suhu pregelatinisasi tersebut memungkinkan dapat menginaktifkan enzim polifenol oksidase (PPO) yang menyebabkan perubahan warna. Nurdjanah et al., (2017) melaporkan proses pregelatinisasi pada suhu 80°C dalam waktu 10 menit dari bahan bakunya dapat mempertahankan kadar antosianin pada tepung modifikasi ubi jalar ungu. Kim et al., (2012), melaporkan proses pregelatinisasi menggunakan oven listrik yang dilengkapi dengan drum putar tunggal pada suhu 60°C selama 10 menit dapat memperbaiki sifat tepung ubi jalar ungu, karena hanya sedikit antosianin yang berkurang

dibandingkan tanpa perlakuan pregelatinisasi. Berdasarkan pernyataan diatas, tepung ubi jalar ungu yang diberi perlakuan pregelatinisasi dapat mencegah berkurangnya senyawa bioaktif. Namun jika diolah menjadi produk pangan, senyawa bioaktif pada produk akan berkurang karena proses pemanasan. Maka dari itu diperlukan suatu bahan tambahan yang mengandung senyawa bioaktif yang baik untuk kesehatan.

Aplikasi tepung modifikasi pregelatinisasi sebagai produk pangan telah dikembangkan. Ekawati et al., (2015) melaporkan tepung ubi jalar ungu pregelatinisasi dapat diaplikasikan pada produk roti manis sebagai sumber karbohidrat dengan penerimaan disukai oleh para panelis. Pengaplikasian dari tepung ubi ungu pregelatinisasi sebagai sumber karbohidrat masih terbatas. Salah satu produk pangan yang dapat dikembangkan sebagai sumber karbohidrat adalah *Flakes*. *Flakes* merupakan makanan sereal siap santap, yang umumnya dikonsumsi dengan susu, mudah dalam penyajiannya dan sebagai menu sarapan pagi. Ubi jalar ungu memiliki kadar karbohidrat yang tinggi, serat, antioksidan dan beberapa mineral sehingga potensial untuk pembuatan *flakes*. Namun, karena ubi jalar ungu tidak memiliki kandungan protein dan selama proses pengolahan terjadi penurunan komponen bioaktif dan antioksidan , maka diperlukan upaya untuk memformulasikan *flakes* dengan menambahkan tepung daun kelor dimana daun kelor dapat meningkatkan kadar protein dan senyawa bioaktif dari produk.

Daun kelor juga mengandung beberapa senyawa kimia dalam bentuk senyawa bioaktif yaitu vitamin, karotenoid, polifenol, asam fenolik, flavonoid, alkaloid, glucosinolat, isothiocyanat, tanin, saponin dan oksalat (Leone et al., 2015). Menurut Soraya (2018), kandungan protein daun kelor adalah 6,7 gr/100 gr, sedangkan serbuk kelor memiliki 27,1 gr/100 gr. Hakim et al., (2021) melakukan penelitian tentang *flakes* ubi jalar kuning dengan penambahan tepung daun kelor. Pada penelitian tersebut, penambahan tepung daun kelor sebanyak 15% membuat rasa dan tekstur dari *flakes* kurang disukai. Hal tersebut dikarenakan rasa pahit dan aroma langu yang dihasilkan oleh daun kelor. Oleh karena itu, faktor penting yang diperhatikan dari pengaplikasian tepung kelor pada produk pangan adalah persentase penambahannya. Tujuan dari penelitian ini adalah, menentukan suhu dan waktu pregelatinisasi tepung ubi jalar ungu yang tepat dan mendapatkan persentase penambahan tepung daun kelor yang tepat

agar *flakes* yang dihasilkan mengandung senyawa bioaktif dan kadar protein yang baik.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Pangan dan Laboratorium Analisa Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, yang berlangsung selama 3 bulan yaitu dari bulan Mei 2023 sampai dengan bulan Juli 2023.

Bahan dan Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu panci, kompor, oven (Blue M OV-520C-2), *vortex* (Thermolyne), ayakan 80 mesh, kertas saring, *blender*, spektrofotometer UV-Vis (Turner SP - 870), gelas beker, timbangan analitik (Mettler Toledo AB 204), gelas ukur, labu Erlenmeyer, tabung reaksi, panci kukusan, sentrifuse (EC HN-S II 0-9000 rpm), labu ukur, pipet volume, kertas saring, penangas air, labu Kjeldhal, *Soxhlet*, *waterbath*, kertas lakmus, cawan porselin, eksikator, desikator, dan spatula.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan baku dan bahan kimia. Bahan baku yang digunakan adalah ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* .L) varietas *Ayamurasaki*. Ubi jalar ungu yang dipakai dibeli di supermarket Tiara Dewata, Denpasar. Tepung daun kelor dibeli di supermarket Tiara Dewata, Denpasar. Bahan kimia yang digunakan adalah aquades, HCl, NaOH 45%, etanol 95%, NaOH 1 N, metanol 80%, sodium karbonat (Na_2CO_3) 5%, DPPH, larutan buffer kalium klorida (KCl) dan larutan buffer natrium asetat yang didapatkan dari Lab Analisis Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental yakni penelitian yang dilakukan dan dibuktikan dengan eksperimen atau percobaan. Penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan penelitian. Penelitian tahap I dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktorial yaitu suhu pengukusan dengan 3 taraf perlakuan 70 °C, 80 °C dan 90 °C dan lama waktu perebusan dengan 3 taraf perlakuan 5 menit, 10 menit dan 15 menit. Dari kedua faktor tersebut diperoleh 9 perlakuan kombinasi, masing – masing perlakuan dikelompokkan menjadi 2 kelompok berdasarkan waktu pelaksanaan sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Data hasil penelitian tahap I kemudian dianalisis dengan sidik ragam dan apabila terdapat pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diamati, analisis dilanjutkan dengan uji Duncan. Penentuan perlakuan terbaik menggunakan tabel matriks.

Penelitian tahap II dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu penambahan

persentase tepung daun kelor berdasarkan tepung modifikasi ubi jalar ungu yang terdiri dari 5 taraf yaitu K1= 0%, K2= 3%, K3= 6%, K4= 9%, K5= 12%). Perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali sehingga di peroleh 15 unit percobaan. Data penelitian tahap II akan diolah menggunakan analisis univariat. Apabila terdapat pengaruh yang bermakna (taraf 5%) maka analisis dilanjutkan dengan uji beda rerata antar perlakuan dengan uji perbandingan berganda Duncan.

Pelaksanaan Penelitian.

Proses pembuatan tepung modifikasi ubi jalar ungu ini mengadopsi hasil penelitian Apriliyanti (2010) dengan modifikasi perlakuan suhu dan waktu pengkusan. Diawali dengan pemilihan bahan baku yang baik untuk mendapatkan produk yang bermutu. Ubi jalar ungu yang digunakan adalah ubi jalar ungu segar varietas *Ayamurasaki*. Setelah mendapatkan bahan yang segar, kemudian dilakukan sortasi dan pencucian. Selanjutnya ubi jalar ungu direbus dengan suhu perlakuan (70°C, 80°C dan 90°C) dan waktu perlakuan (5 menit, 10 menit, dan 15 menit). Bahan yang telah direbus lalu dihancurkan, kemudian dilakukan proses pengeringan menggunakan oven dengan suhu perlakuan 60°C dan waktu perlakuan 180 menit. Setelah diperoleh bahan yang telah dikeringkan, dilanjutkan dengan proses penggilingan dengan *blender* dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh sehingga diperoleh hasil tepung modifikasi ubi jalar ungu.

Prosedur pembuatan *flakes* mengadopsi metode yang digunakan oleh Susanti *et al* (2017) dengan modifikasi. Tepung ubi jalar ungu modifikasi dan tepung daun kelor dicampur merata. Kemudian masukan garam, gula bubuk dan air dicampur hingga merata dan homogen. Setelah agak kalis kemudian adonan dibuat seperti selongsong lontong panjang, lalu dibungkus dengan aluminium foil kemudian dikukus selama 45 menit dengan suhu 80-90°C. Proses ini bertujuan untuk menggelatinasikan pati pada adonan. Kemudian didinginkan selama 10 menit pada suhu ruangan, agar adonan tidak lengket sehingga memudahkan pemotongan dan pemipihan. Formulasi atau komposisi yang digunakan pada pembuatan *flakes* disajikan pada tabel berikut.

Variabel yang diamati

Parameter yang diamati pada tahap pertama meliputi rendemen (Sudarmadji *et al.*, 1989), kadar antosianin (Lestari, 2019), kadar pati (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar amilosa dan amilopektin AOAC, 2005), morfologi tepung (Analisis SEM), viskositas (*Viscometer Brookfield RV Spindle*), serta daya serap air dan daya serap minyak (Shahira *et al.*, 2023).

Parameter yang diamati pada tahap kedua meliputi rendemen (Sudarmadji et al., 1989), aktivitas antioksidan (Adam et al., 2013), kadar antosianin (Lestari, 2019) dan uji organoleptik menggunakan

kuesioner uji kesukaan yang meliputi uji hedonik terhadap rasa, aroma dan tekstur serta uji skoring terhadap rasa, aroma dan tekstur.

1. Komposisi Bahan Formula *Flakes* Ubi jalar ungu

Bahan	K1 (0%)	K2 (3%)	K3 (6%)	K4 (9%)	K5 (12%)
Tepung Daun Kelor (g)	0	3	6	9	12
Tepung Modifikasi Ubi Jalar Ungu (g)	100	97	94	91	88
Gula Bubuk (g)	5	5	5	5	5
Garam (g)	1	1	1	1	1
Air (g)	50	50	50	50	50

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Berdasarkan hasil sidik ragam diperoleh bahwa interaksi antara suhu dan waktu pengukusan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rendemen tepung modifikasi ubi jalar ungu. Rerata dari rendemen (%) disajikan dalam Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata rendemen tertinggi terdapat pada perlakuan P1W1 (70 °C; 5 menit) yaitu sebesar 24,90%, sedangkan rendemen terendah terdapat pada perlakuan P3W3 (90 °C; 15 menit) yaitu sebesar 18,71%. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan rendemen tepung ubi jalar ungu modifikasi seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu pengukusan. Penurunan ini disebabkan karena semakin tinggi suhu dan waktu pengukusan ubi jalar ungu menjadi lebih keras dan lengket sehingga menyisakan butiran yang tidak lolos dari ayakan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Putra et al., 2017) tentang tepung keladi kimpul yang dipregelatinisasi. Penelitian tersebut menyatakan bahwa peningkatan suhu perebusan cenderung

menurunkan rendemen karena irisan kimpul kering menjadi lebih keras dan pada saat penggilingan menyisakan butiran tidak bisa lolos ayakan. Penurunan rendemen juga disebabkan karena daya serap air yang semakin tinggi dimana pada proses pemanasan dengan suhu tinggi air akan masuk dan terperangkap pada bagian amorf granula pati, sehingga meningkatkan proporsi kristalin yang kompak (Shahira et al., 2023). Penyerapan air yang semakin meningkat membuat tepung menjadi semakin porus dan membentuk pori-pori. Hal tersebut membuat sebagian besar tepung tidak dapat lolos dari ayakan.

Kadar Antosianin

Berdasarkan hasil sidik ragam diperoleh bahwa interaksi antara suhu dan waktu pengukusan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar antosianin tepung modifikasi ubi jalar ungu. Rerata dari kadar antosianin (mg/L) disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 1. Nilai rata-rata rendemen tepung ubi jalar ungu modifikasi (%)

Suhu Pengukusan (°C)	Waktu Pengukusan (Menit)		
	5	10	15
70	24,90 ± 0,03 a	24,17 ± 0,04 a	23,79 ± 0,04 b
80	22,67 ± 0,10 a	22,43 ± 0,04 a	21,62 ± 0,11 b
90	19,36 ± 0,08 a	20,44 ± 0,06 a	18,71 ± 0,01 b
	c	c	c

Keterangan : Nilai rata-rata ± standar deviasi. Nilai rata-rata yang diikuti oleh di belakang/di bawah nilai rata-rata pada kolom/baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

Tabel 2. Nilai rata-rata kadar antosianin tepung ubi jalar ungu modifikasi (mg/L)

Suhu Pengukusan (°C)	Waktu Pengukusan (Menit)		
	5	10	15
70	25,62 ± 0,11 a	23,95 ± 0,35 b	22,70 ± 0,47 c
80	21,54 ± 0,47 a	20,03 ± 0,24 b	19,12 ± 0,12 c
90	16,86 ± 0,47 a	15,44 ± 0,35 b	13,69 ± 0,23 c

Keterangan : Nilai rata-rata ± standar deviasi. Nilai rata-rata yang diikuti oleh di belakang/di bawah nilai rata-rata pada kolom/baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata kadar antosianin tertinggi terdapat pada perlakuan P1W1 (70 °C;5 menit) yaitu sebesar 25,62 mg/L, sedangkan kadar antosianin terendah terdapat pada perlakuan P3W3 (90 °C;15 menit) yaitu sebesar 13,69 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan kadar antosianin tepung ubi jalar ungu modifikasi seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu pengukusan. Penurunan ini disebabkan karena semakin tinggi suhu pemanasan dan semakin lama waktu pemanasan dapat menyebabkan senyawa antosianin mengalami kerusakan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo dan Winardi, (2020) tentang pembuatan tepung dan *cake* ubi jalar ungu mengemukakan bahwa terjadi penurunan kadar antosianin akibat proses pengolahan karena pada pemanasan yang semakin tinggi, kestabilan dan ketahanan zat warna antosianin berubah dan mengakibatkan kerusakan antosianin. Kerusakan antosianin karena suhu yang tinggi diduga karena terjadinya dekomposisi antosianin dari bentuk aglikon menjadi kalkan, sehingga terjadi pemucatan (Nasrullah et al., 2020). Pengaruh pengolahan terhadap kadar antosianin juga dinyatakan pada penelitian dari (Suhartatik et al., 2013) bahwa terjadi penurunan kadar antosianin sebanyak lebih dari 50% pada beras ketan hitam yang dipanaskan pada suhu >60 °C.

Kadar Pati

Tabel 3. Nilai rata-rata kadar pati tepung ubi jalar ungu modifikasi (%)

Suhu Pengukusan (°C)	Lama Pengukusan (Menit)		
	5	10	15
70	63,10 ± 0,76 a	61,55 ± 0,72 b	59,08 ± 0,30 c
80	56,45 ± 0,16 a	54,80 ± 0,99 b	53,62 ± 0,54 c
90	52,39 ± 0,37 a	51,67 ± 0,39 b	49,94 ± 0,54 c

Keterangan : Nilai rata-rata ± standar deviasi. Nilai rata-rata yang diikuti oleh di belakang/di bawah nilai rata-rata pada kolom/baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

Kadar Amilosa dan Amilopektin

Berdasarkan hasil sidik ragam diperoleh bahwa interaksi antara suhu dan waktu pengukusan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar amilosa dan amilopektin tepung modifikasi ubi jalar ungu. Rerata dari kadar amilosa dan amilopektin (%) disajikan dalam Tabel 4 dan 5.

Berdasarkan Tabel 4, rata-rata kadar amilosa tertinggi terdapat pada perlakuan P1W1 (70 °C; 5 menit) yaitu sebesar 28,73%, sedangkan kadar amilosa terendah terdapat pada perlakuan P3W3 (90 °C; 15 menit) yaitu sebesar 21,59%. Berdasarkan tabel 5, rata-rata kadar amilopektin tertinggi terdapat pada perlakuan P1W1 (70 °C; 5 menit) yaitu sebesar 34,37%, sedangkan kadar amilopektin terendah terdapat pada perlakuan P3W3 (90 °C; 15 menit) yaitu sebesar 28,44%. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan kadar amilosa dan amilopektin

tepung ubi jalar ungu modifikasi seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu pengukusan. Penurunan kadar amilosa disebabkan karena semakin tinggi suhu dan waktu pengukusan akan membuat struktur gel pati terutama fraksi amilosa akan semakin melemah sehingga amilosa akan lebih mudah larut dalam air (Nintami dan Rustanti, 2012). Penurunan kadar amilopektin disebabkan karena pada saat pati dipanaskan ikatan hidrogen pada fraksi amilopektin akan merenggang dan terlepas (Shahira et al., 2023). Pada tabel 3 dan 4, dapat kita lihat bahwa kadar amilopektin bahan lebih tinggi dari pada kadar amilosa. Pada penelitian yang dilakukan oleh Oksilia dan Pratama, (2018) menyatakan bahwa proses pemanasan membuat semakin banyak fraksi amilosa yang keluar dari granula pati menyebabkan rendahnya molekul amilosa dan jumlah fraksi amilopektin lebih tinggi dari fraksi amilosa.

Tabel 4. Nilai rata-rata kadar amilosa tepung ubi jalar ungu modifikasi (%)

Suhu Pengukusan (°C)	Lama Pengukusan (Menit)		
	5	10	15
70	28,73 ± 0,09 a	27,20 ± 0,30 b	26,66 ± 0,01 c
80	25,40 ± 0,39 a	24,65 ± 0,19 b	24,12 ± 0,01 c
90	22,49 ± 0,09 a	22,14 ± 0,01 b	21,59 ± 0,08 c

Keterangan : Nilai rata-rata ± standar deviasi. Nilai rata-rata yang diikuti oleh di belakang/di bawah nilai rata-rata pada kolom/baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

Tabel 5. Nilai rata-rata kadar amilopektin tepung ubi jalar ungu modifikasi (%)

Suhu Pengukusan (°C)	Lama Pengukusan (Menit)		
	5	10	15
70	34,37 ± 0,66 a	34,36 ± 1,03 a	32,42 ± 0,28 b
80	31,06 ± 0,54 a	30,16 ± 1,18 a	29,51 ± 0,53 b
90	29,90 ± 0,47 a	29,53 ± 0,37 a	28,44 ± 0,63 b

Keterangan : Nilai rata-rata ± standar deviasi. Nilai rata-rata yang diikuti oleh di belakang/di bawah nilai rata-rata pada kolom/baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

Viskositas

Penentuan viskositas tepung dilakukan dengan menggunakan viscometer *brookfield* dengan pengaturan spindel dan kecepatan putaran. Pembacaan dilakukan setelah satu menit putaran penuh dan dibaca sesuai dengan tabel standar dari viscometer.

Berdasarkan hasil sidik ragam diperoleh interaksi antara suhu dan waktu pengukusan berpengaruh

nyata ($P < 0,05$) terhadap viskositas tepung ubi jalar ungu modifikasi. Rerata dari viskositas disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Nilai rata-rata nilai viskositas tepung ubi jalar ungu modifikasi (cP)

Suhu Pengukuran (°C)	Waktu Pengukuran (Menit)		
	5	10	15
70	2597 ± 31,11 a	2289 ± 55,15 b	2137,50 ± 28,28 c
80	1970 ± 7,07 a	2082,25 ± 35,71 b	1743 ± 50,20 c
90	1468 ± 36,06 a	1220 ± 3,54 b	1086,50 ± 12,02 c

Keterangan : Nilai rata-rata ± standar deviasi. Nilai rata-rata yang diikuti oleh di belakang/di bawah nilai rata-rata pada kolom/baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

Berdasarkan Tabel 6, rata-rata viskositas tertinggi terdapat pada perlakuan P1W1 (70 °C;5 menit) yaitu sebesar 2597 cP, sedangkan viskositas terendah terdapat pada perlakuan P3W3 (90 °C;15 menit) yaitu sebesar 1086,50 cP. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan viskositas tepung ubi jalar ungu modifikasi seiring dengan meningkatnya suhu dan lama pengukusan. Semakin besar viskositas fluida, maka semakin sulit suatu fluida untuk mengalir, dan juga menunjukkan semakin sulit suatu benda bergerak didalam fluida tersebut (Putri dan Kasli, 2017). Penurunan viskositas disebabkan karena semakin tinggi suhu dan lama pengukusan akan membuat bahan semakin mudah menyerap air. Semakin besar air yang diserap maka akan menurunkan nilai viskositas. Menurut Arista (2012), viskositas adonan sangat dipengaruhi oleh daya serap air dari bahan. Hal tersebut dikarenakan kapasitas hidrasi (penyerapan air) tepung merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi viskositas bahan pangan, semakin besar air yang diserap maka akan menurunkan viskositas.. Berdasarkan hasil penelitian Arista, (2012) tentang pembuatan kue *muffin*, adonan yang lebih kental akan menghasilkan produk yang tidak bantat.

Daya Serap Air

Penentuan daya serap air dilakukan dengan cara tepung ditambahkan air lalu divorteks. Kemudian disentrifugasi lalu dipisahkan dan ditimbang. Selisih antara berat sampel setelah menyerap air dan sampel kering per 100 g menunjukkan banyaknya air yang diserap oleh tepung

Berdasarkan hasil sidik ragam diperoleh interaksi antara suhu dan waktu pengukusan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap daya serap air tepung ubi jalar ungu modifikasi. Rerata dari daya serap air disajikan dalam Tabel 7. Berdasarkan Tabel 7, rata-rata daya serap air tertinggi terdapat pada perlakuan P3W3 (90 °C;15 menit) yaitu sebesar 169,09%, sedangkan daya serap air terendah terdapat pada perlakuan P1W1 (70 °C; 5 menit) yaitu sebesar 113,27%. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa terjadi peningkatan daya serap air pada tepung ubi jalar ungu modifikasi seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu pengukusan. Hal ini disebabkan karena pada suhu dan waktu pengukusan yang semakin tinggi, membuat tepung semakin mudah menyerap air. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Shahira et al., (2023) tentang daya serap air tepung MOCAF modifikasi pregelatinisasi menyatakan bahwa perlakuan pregelatinisasi menggunakan suhu tinggi (>80 °C) menghasilkan tepung dengan daya penyerapan air yang tinggi, disebabkan pada proses pemanasan dengan suhu tinggi terjadi proses modifikasi yang optimal, karena air yang masuk akan terperangkap pada bagian amorf granula pati, sehingga meningkatkan proporsi kristalin yang kompak. Hal tersebut membuat persentase berat air yang terakumulasi pada saat pengujian menjadi tinggi. Penelitian lain yang dilakukan oleh Khomsatin dan Haryanto., (2012) juga menyebutkan bahwa perlakuan pemanasan dapat meningkatkan sifat hidrofilik dari pati karena ikatan hidrogen di antara bagian amorf dan kristalin rusak. Dari pernyataan diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu dan waktu pengukusan, dapat menyebabkan daya serap air semakin tinggi akibat dari ikatan struktur pati yang melemah sehingga memudahkan air masuk ke granula.

Daya Serap Minyak

Penentuan daya serap air dilakukan dengan cara tepung ditambahkan minyak lalu divorteks. Kemudian disentrifugasi lalu dipisahkan dan ditimbang. Selisih antara berat sampel setelah menyerap minyak dan sampel kering per 100 g menunjukkan banyaknya minyak yang diserap oleh tepung

Tabel 7. Nilai rata-rata daya serap air tepung ubi jalar ungu modifikasi (%)

Suhu Pengukusan (°C)	Waktu Pengukusan (Menit)		
	5	10	15
70	113,27 ± 0,75 c	116,91 ± 0,55 b	121,30 ± 0,30 a
80	134,07 ± 0,33 c	137,28 ± 1,26 b	139,97 ± 0,51 a
90	156,80 ± 1,02 c	163,07 ± 0,34 b	169,09 ± 0,53 a

Keterangan : Nilai rata-rata ± standar deviasi. Nilai rata-rata yang diikuti oleh di belakang/di bawah nilai rata-rata pada kolom/baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

Berdasarkan hasil sidik ragam diperoleh interaksi antara suhu dan waktu pengukusan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap daya serap minyak tepung ubi jalar ungu modifikasi. Rerata dari daya serap air disajikan dalam Tabel 8. Berdasarkan Tabel 8, rata-rata daya serap minyak tertinggi terdapat pada perlakuan P3W3 (90 °C; 15 menit) yaitu sebesar 153,43%, sedangkan daya serap minyak terendah terdapat pada perlakuan P1W1 (70 °C; 5 menit) yaitu sebesar 110,68%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan daya serap minyak pada tepung ubi jalar ungu modifikasi seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu pengukusan. Hal ini disebabkan karena pada suhu dan waktu pengukusan yang semakin tinggi, membuat tepung semakin mudah menyerap minyak. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Shahira et al., (2023) tentang daya serap minyak tepung MOCAF modifikasi pregelatinisasi menyatakan bahwa penggunaan suhu tinggi pada proses pregelatinisasi mampu merusak granula pati karena jumlah rantai amilosa dan amilopektin keluar dari granula pati lebih banyak. Akibatnya, minyak akan lebih mudah berdifusi masuk ke dalam granula pati. Hal tersebut membuat persentase berat minyak yang terakumulasi pada saat pengujian menjadi tinggi. Selain itu, karena rusaknya granula pati akibat suhu tinggi, membuat berubahnya struktur hidrofobik dari granula yang awalnya kristalin menjadi amorf dan berpori. Hal tersebut membuat tepung menjadi lebih mudah menyerap minyak.

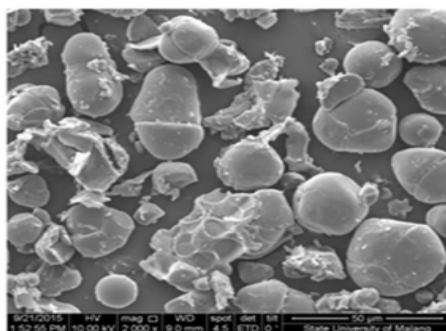
Morfologi Tepung (SEM)

Morfologi tepung dapat dilakukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dengan memindai mikrograf elektron dari tepung ubi jalar ungu modifikasi. Hasil dari pemindaian dapat dilihat pada gambar dibawah ini

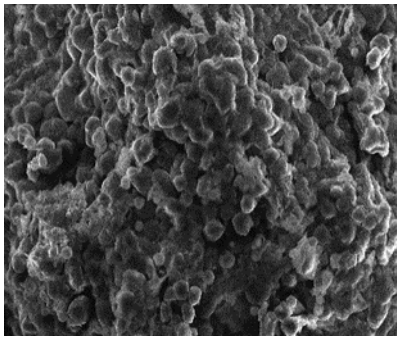
Tabel 8. Nilai rata-rata daya serap minyak tepung ubi jalar ungu modifikasi (%)

Suhu Pengukusan (°C)	Waktu Pengukusan (Menit)		
	5	10	15
70	110,68 ± 0,87 c	114,38 ± 1,39 b	117,35 ± 0,40 a
80	124,35 ± 1,32 c	127,78 ± 0,90 b	134,38 ± 0,11 a
90	144,10 ± 0,37 c	147,35 ± 1,79 b	153,43 ± 1,51 a

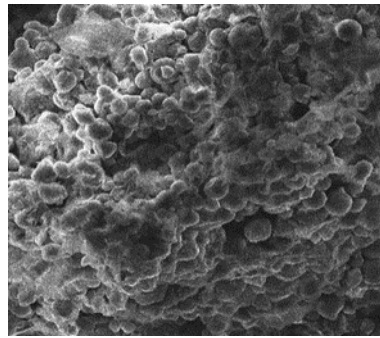
Keterangan : Nilai rata-rata ± standar deviasi. Nilai rata-rata yang diikuti oleh di belakang/di bawah nilai rata-rata pada kolom/baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).



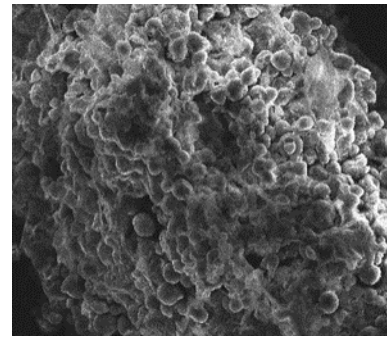
Gambar 1. Hasil Uji SEM Tepung Ubi Jalar Ungu tanpa Pregelatinisasi (Nurdjanah et al., 2017)



S1W1

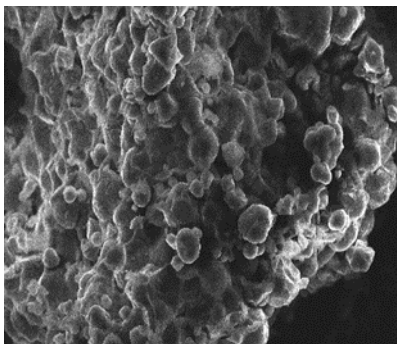


S1W2

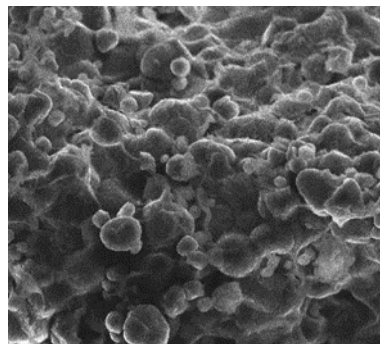


S1W3

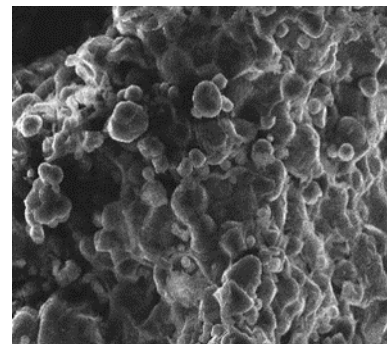
Gambar 2. Hasil Uji SEM Tepung Ubi Jalar Ungu Modifikasi (S1W1, S1W2, S1W3)



S2W1

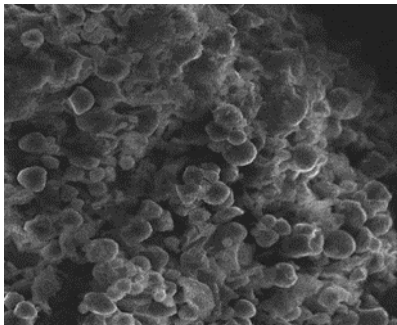


S2W2

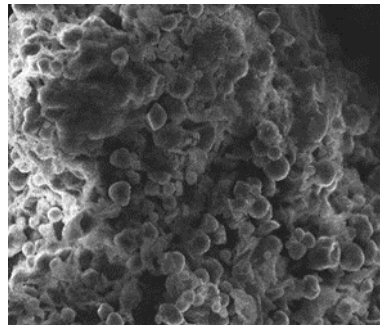


S2W3

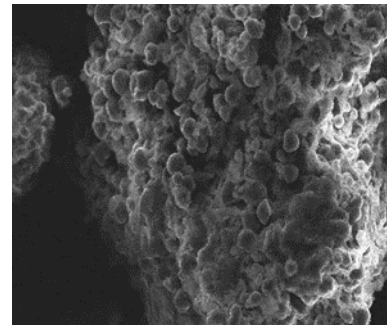
Gambar 2. Hasil Uji SEM Tepung Ubi Jalar Ungu Modifikasi (S2W1, S2W2, S2W3)



S3W1



S3W2



S3W3

Gambar 2. Hasil Uji SEM Tepung Ubi Jalar Ungu Modifikasi (S3W1, S3W2, S3W3)

Gambar 1 merupakan hasil uji SEM tepung ubi jalar ungu tanpa proses pemanasan. Dalam penelitian Nurdjanah et al., (2017) mengatakan bahwa tepung ubi jalar ungu tanpa proses pemanasan (pregelatinisasi) mengandung granula pati yang berbentuk bulat, bulat dan dikelilingi bahan dinding sel, sedangkan pada tepung yang dipanaskan mengalami perubahan struktur menjadi lebih padat. Dapat kita lihat pada gambar 2, 3 dan 4 dimana merupakan hasil uji SEM tepung ubi jalar ungu modifikasi bahwa granula dari tepung tampak terfragmentasi dan membentuk gel yang lebih seragam akibat proses gelatinisasi. Perubahan struktur granular dapat menyebabkan perubahan sifat

fungsional dan fungsi fisiologi pati ketika pati digunakan untuk keperluan pangan.

Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik tepung ubi jalar ungu modifikasi haruslah memiliki sifat yang baik untuk digunakan dalam pembuatan *flakes*. Dalam pembuatan *flakes* ubi jalar ungu ditahap selanjutnya, diperlukan tepung ubi jalar ungu dengan antosianin yang tinggi. Tepung yang digunakan juga harus menghasilkan adonan yang baik dan dapat membuat tekstur dari *flakes* tetap renyah. Berdasarkan hasil penelitian Arista, (2012), tentang pembuatan kue *muffin*, adonan yang lebih kental akan menghasilkan

produk yang tidak bantat. Richana dan Widaningrum, (2009) juga mengatakan bahwa amilosa adalah faktor terpenting yang mempengaruhi kekuatan dan kekenyalan adonan pati. Parameter yang menjadi acuan bahwa tepung dapat menghasilkan tekstur yang baik yaitu kadar amilosa, viskositas dan daya serap air dari bahan. Tepung ubi jalar ungu modifikasi dengan dengan perlakuan suhu pengukusan 70°C dan waktu pengukusan selama 5 menit (S1W1) memiliki kadar antosianin yang tinggi, kadar amilosa yang tinggi, viskositas yang tinggi dan daya serap air yang rendah. Maka dari itu, tepung tersebut cocok untuk digunakan untuk pembuatan *flakes* ubi jalar ungu.

Hasil Analisis Penambahan Tepung Daun Kelor dalam Pembuatan *Flakes* Ubi Jalar Ungu

Penelitian tahap II meliputi proses penambahan sampel tepung daun kelor ke dalam tepung modifikasi ubi jalar ungu dengan pemanasan pada suhu 70°C selama 5 menit yang merupakan sampel terbaik penelitian tahap I. Sampel dicampurkan dengan tepung tepung daun kelor dengan penambahan sesuai perlakuan, kemudian diolah menjadi *flakes*.

Rendemen

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan tepung daun kelor berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rendemen dari *flakes* ubi jalar ungu. Berdasarkan Tabel 10, rata-rata rendemen tertinggi terdapat pada perlakuan K5 (12%) yaitu sebesar 59,41%, sedangkan rendemen terendah terdapat pada perlakuan K1 (0%) yaitu sebesar 51,68%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan rendemen dari *flakes* ubi jalar ungu seiring dengan meningkatnya persentase penambahan tepung daun kelor. Peningkatan rendemen disebabkan karena persentase penambahan tepung daun kelor yang digunakan semakin tinggi menyebabkan air semakin banyak terikat. Semakin

banyak air yang terserap ke dalam bahan, akan meningkatkan berat dari produk sehingga rendemen yang dihasilkan meningkat pula (Rosida et al., 2020). Banyaknya air yang diikat oleh kelor disebabkan karena daun kelor mengandung banyak serat yang berpengaruh pada proses penyerapan air (Kusuma et al., 2020). Dari pernyataan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa persentase penambahan tepung daun kelor yang semakin tinggi dapat meningkatkan rendemen pula.

Kadar Antosianin

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan tepung daun kelor tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar antosianin dari *flakes* ubi jalar ungu. Berdasarkan Tabel 10, rata-rata kadar antosianin tertinggi terdapat pada perlakuan K2 (3%) yaitu sebesar 9,85 mg/L, sedangkan kadar beta-karoten terendah terdapat pada perlakuan K4 (9%) yaitu sebesar 7,90 mg/L.

Pada tahap pertama yaitu pada proses pembuatan tepung ubi jalar ungu modifikasi, perlakuan P1W1 (70°C dan 5 menit) merupakan tepung dengan perlakuan terbaik dengan kadar antosianin 25,70 mg/L. Tepung ini digunakan dalam pembuatan *flakes* ubi jalar ungu yang ditambahkan dengan tepung daun kelor. Pembuatan *flakes* ubi jalar ungu dilakukan dengan proses pemanasan dengan suhu yang tinggi, dimana hal tersebut menyebabkan kadar antosianin menurun. Kadar antosianin yang jumlahnya 25,70 mg/L menurun pada tiap perlakuan menjadi 7,90 mg/L sampai 9,85 mg/L. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ekawati et al., (2015) tentang pembuatan roti manis menggunakan tepung ubi jalar ungu modifikasi, menyatakan bahwa kadar antosianin pada roti manis berkisar antar 0,19 mg/100 g sampai 0,31 mg/100 g. Pada penelitian tersebut, tepung ubi jalar ungu dipregelatinisasi dari tepungnya, sedangkan pada penelitian ini, tepung dipregelatinisasi dari bahan bakunya.

Tabel 10. Nilai rata-rata rendemen, kadar beta-karoten dan aktivitas antioksidan *flakes* ubi jalar ungu.

Penambahan Tepung Daun Kelor pada <i>Flakes</i> Ubi Jalar Ungu (%)	Rendemen (%)	Kadar Antosianin (mg/L)	Aktivitas Antioksidan (%)
K1 (0%)	51,68 ± 1,11 d	9,29 ± 0,26 ab	7,91 ± 1,25 e
K2 (3%)	52,84 ± 0,48 d	9,85 ± 0,29 a	10,41 ± 0,30 d
K3 (6%)	54,74 ± 0,57 c	8,57 ± 0,42 bc	12,25 ± 0,13 c
K4 (9%)	56,79 ± 0,92 b	7,90 ± 0,59 c	14,95 ± 0,20 b
K5 (12%)	59,41 ± 0,28 a	8,01 ± 0,44 c	19,31 ± 0,24 a

Keterangan : Nilai rata-rata ± standar deviasi. Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata ($P > 0,05$).

Dari pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa kadar antosianin pada tepung ubi jalar ungu yang dipregelatinisasi dari bahan baku dapat mempertahankan kadar antosianin lebih baik dibandingkan dengan pregelatinisasi dari tepung.

Aktivitas Antioksidan (IC₅₀)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan tepung daun kelor berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap aktivitas antioksidan dari *flakes* ubi jalar ungu. Berdasarkan Tabel 10, rata-rata aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada perlakuan K5 (12%) yaitu sebesar 19,31%, sedangkan aktivitas antioksidan terendah terdapat pada perlakuan K1 (0%) yaitu sebesar 7,91%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan aktivitas antioksidan dari *flakes* ubi jalar ungu seiring dengan meningkatnya persentase penambahan tepung daun kelor.. Peningkatan aktivitas antioksidan tersebut dikarenakan tepung daun kelor memiliki kandungan antioksidan, hal itu membuat *flakes* ubi jalar ungu dengan persentase tepung daun kelor yang lebih tinggi mengandung antioksidan yang lebih tinggi pula. Senyawa yang memiliki kontribusi terhadap aktivitas antioksidan

dalam daun kelor adalah vitamin C, betakaroten, dan fenol (Ardianti et al., 2019). Beta-karoten dan fenol pada *flakes* mocaf mengalami peningkatan dibandingkan dengan perlakuan kontrolnya. Pernyataan tersebut membuat aktivitas antioksidan yang terkandung pada *flakes* mocaf dengan penambahan tepung daun kelor meningkat pula. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Murdiasa et al., (2021) yang menyatakan bahwa semakin tinggi penambahan puree daun kelor maka semakin tinggi juga aktivitas antioksidan yang terdapat pada siomay ayam.

Karakteristik Sensori

Karakteristik sensori *flakes* ubi jalar ungu dengan penambahan tepung daun kelor yang diamati meliputi uji hedonik dan uji skoring. Atribut mutu hedonik yang diuji pada penelitian ini adalah aroma, rasa, tekstur dan penerimaan keseluruhan dari *flakes* ubi jalar ungu, sedangkan atribut mutu skor yang diuji adalah rasa dan tekstur. Nilai rata-rata uji skor terhadap rasa dan tekstur dapat dilihat pada Tabel 11 dan nilai rata-rata uji hedonik terhadap aroma, rasa, tekstur dan penerimaan keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 11. Nilai rata-rata uji skoring rasa dan tekstur *flakes* ubi jalar ungu

Penambahan Tepung Daun Kelor pada <i>Flakes</i> Ubi Jalar Ungu (%)	Rasa	Tekstur
K1 (0%)	3,90 ± 0,31 a	3,75 ± 0,44 a
K2 (3%)	3,70 ± 0,47 ab	3,45 ± 0,51 ab
K3 (6%)	3,50 ± 0,76 b	3,20 ± 0,62 bc
K4 (9%)	3,35 ± 0,49 bc	2,90 ± 0,55 c
K5 (12%)	3,05 ± 0,60 c	2,55 ± 0,51 d

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi. Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata ($P > 0,05$).

Kriteria untuk rasa : 4 (Tidak Pahit); 3 (Agak Pahit); 2 (Pahit); 1 (Sangat Pahit)

Kriteria untuk tekstur: 4 (Sangat Renyah); 3 (Renyah); 2 (Agak Renyah); 1 (Tidak Renyah)

Tabel 12. Nilai rata-rata kesukaan penerimaan keseluruhan *flakes* ubi jalar ungu

Penambahan Tepung Daun Kelor pada <i>Flakes</i> Mocaf (%)	Aroma	Rasa	Tekstur	Penerimaan Keseluruhan
K1 (0%)	3,60 ± 0,82 c	3,65 ± 0,75 b	4,60 ± 0,50 d	3,45 ± 0,60 d
K2 (3%)	3,95 ± 0,83 bc	3,70 ± 0,92 b	4,45 ± 0,51 cd	3,75 ± 0,55 cd
K3 (6%)	4,15 ± 0,59 b	3,85 ± 0,49 b	4,25 ± 0,55 bc	4,00 ± 0,32 bc
K4 (9%)	4,40 ± 0,68 ab	4,00 ± 0,65 b	4,05 ± 0,39 ab	4,25 ± 0,44 ab
K5 (12%)	4,70 ± 0,47 a	4,45 ± 0,51 a	3,85 ± 0,37 a	4,60 ± 0,50 a

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi. Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang menunjukkan berbeda tidak nyata ($P > 0,05$).

Kriteria hedonik: 5 (Suka); 4 (Agak Suka); 3 (Biasa); 2 (Agak Tidak Suka); 1 (Tidak Suka)

Aroma

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan tepung daun kelor berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap penerimaan uji hedonik aroma dari *flakes* ubi jalar ungu. Nilai rata-rata yang diberikan panelis pada uji hedonik aroma produk dengan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan K5 (12%) yaitu 4,70 dengan kriteria suka, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan K1 (0%) yaitu 3,60 dengan kriteria agak suka. Tabel 12 menunjukkan bahwa semakin meningkatnya persentase penambahan tepung daun kelor, aroma dari *flakes* ubi jalar ungu semakin disukai oleh para panelis. Hal ini kemungkinan disebabkan karena aroma khas dari ubi jalar ungu yang mendominasi dibandingkan dengan aroma dari tepung daun kelor. Pada umumnya, daun kelor memiliki aroma yang langu, aroma langu pada daun kelor disebabkan oleh kandungan enzim lipoksidase yang terkandung pada daun kelor (Cahyaningati dan Sulistiyati, 2020). Enzim ini terdapat pada sayuran hijau karena enzim lipoksidase ini menghidrolisis atau mengurai lemak menjadi senyawa-senyawa penyebab bau langu tersebut. Namun dikarenakan persentase penambahan yang tidak terlalu besar dan juga aroma khas ubi jalar ungu membuat aroma *flakes* dari tiap perlakuan disukai oleh panelis.

Rasa

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan tepung daun kelor berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap penerimaan uji skoring dan uji hedonik rasa dari *flakes* ubi jalar ungu. Nilai rata-rata yang diberikan panelis pada uji skoring rasa produk dengan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan K1 (0%) yaitu 3,90 dengan kriteria rasa tidak pahit, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan K5 (12%) yaitu 3,05 dengan kriteria tekstur agak pahit. Nilai rata-rata uji hedonik rasa tertinggi dari produk diperoleh pada perlakuan K5 (12%) yaitu 4,45 dengan kriteria suka, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan K1 (0%) yaitu 3,65 dengan kriteria agak suka. Penambahan tepung daun kelor menyebabkan rasa pahit pada *flakes* mocaf yang dibuat, sehingga semakin tinggi penambahannya kemungkinan rasa pahit pada produk akan muncul. Namun dilihat dari tingkat kesukaan panelis, rasa pahit tersebut tidak terlalu menjadi acuan yang signifikan dikarenakan rasa dari ubi jalar ungu yang lebih mendominasi dibandingkan rasa dari daun kelor. Ubi jalar ungu memiliki rasa manis dan gurih dimana hal tersebut membuat rasa dari *flakes* menjadi dominan manis.

Tekstur

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan tepung daun kelor berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap penerimaan uji skoring dan

uji hedonik tekstur dari *flakes* ubi jalar ungu. Nilai rata-rata yang diberikan panelis pada uji skoring tekstur produk dengan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan K1 (0%) yaitu 3,75 dengan kriteria tekstur sangat renyah, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan K5 (12%) yaitu 2,55 dengan kriteria tekstur agak renyah. Nilai rata-rata uji hedonik tekstur tertinggi dari produk diperoleh pada perlakuan K1 (0%) yaitu 4,60 dengan kriteria suka, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan K5 (12%) yaitu 3,85 dengan kriteria agak suka. Hal ini membuktikan penambahan tepung daun kelor yang semakin tinggi membuat tekstur dari *flakes* ubi jalar ungu menurun. Penyebab penurunan tekstur atau kerenyahan dari *flakes* ubi jalar ungu adalah karena penambahan tepung daun kelor menyebabkan air bereaksi dengan tepung membuat daya mengikat air dari produk menjadi tinggi (Cahyaningati dan Sulistiyati, 2020). Hal tersebut menyebabkan tekstur dari *flakes* menjadi lebih lembek dan tidak renyah.

Penerimaan Keseluruhan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan tepung daun kelor berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap penerimaan keseluruhan dari *flakes* ubi jalar ungu. Nilai rata-rata yang diberikan panelis pada uji hedonik penerimaan keseluruhan produk dengan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan K5 (12%) yaitu 4,60 dengan kriteria suka, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan K1 (0%) yaitu 3,45 dengan kriteria biasa. Data tersebut menunjukkan bahwa persentase penambahan tepung daun kelor yang semakin tinggi pada pembuatan *flakes* ubi jalar ungu dapat meningkatkan daya terima panelis terhadap penerimaan keseluruhan produk.

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa suhu dan lama waktu pengukusan berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, kadar pati, kadar amilosa, kadar amilopektin, kadar antosianin, viskositas, daya serap air dan daya serap minyak tepung ubi jalar ungu modifikasi. Penambahan tepung daun kelor berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, kadar beta-karoten, aktivitas antioksidan, dan uji organoleptik meliputi uji skoring rasa dan tekstur serta uji hedonik meliputi aroma, rasa, tekstur dan penerimaan keseluruhan pada *flakes* ubi jalar ungu. Perlakuan pengukusan pada suhu 70°C dan lama waktu 5 menit menghasilkan tepung ubi jalar ungu modifikasi terbaik dengan karakteristik rendemen 24,90%, kadar antosianin 25,65 mg/L, kadar pati

63,10%, kadar amilosa 28,73%, kadar amilopektin 34,37%, kadar antosianin 25,62 mg/L, viskositas 2597 cP, daya serap air 113,27% dan daya serap minyak 110,68%. Perlakuan penambahan tepung daun kelor sebanyak 12% menghasilkan *flakes* ubi jalar ungu terbaik dengan karakteristik rendemen 59,41%, kadar antosianin 8,01 mg/L, aktivitas antioksidan 19,31%, dan uji organoleptik dengan karakteristik aroma suka, rasa agak pahit dan suka, tekstur agak renyah dan agak suka serta penerimaan keseluruhan panelis suka.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, untuk menghasilkan tepung ubi jalar ungu dengan karakteristik terbaik disarankan menggunakan suhu pengukusan 70°C dan lama waktu 5 menit. Penambahan tepung daun kelor sebanyak 12% dapat menghasilkan *flakes* ubi jalar ungu dengan karakteristik terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, C., G.S.S. Djarkasi, M.M. Ludong, dan T. Langi. 2013. Penentuan Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Leilem (*Clerodendrum minahassae*). *COCOS*, 2 (3) : 1-5.
- Apriliyanti, T. 2010. Kajian Sifat Fisikokimia dan Sensori Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* blackie) dengan Variasi Proses Pengeringan. [Skripsi]. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Ardianti, D.Y dan R. Anggriani. 2019. Pembuatan Cookies Substitusi Tepung Talas (*Colocasia esculenta* (L) Schot) dan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk). *Food Technology and Halal Science Journal*, 2 (1) : 167–178. <https://doi.org/10.22219/fths.v2i1>
- Arista, Y. 2012. Pengaruh Variasi Substitusi Tepung Sukun (*Artocarpus atilis* Fosberg) terhadap Viskositas Adonan dan Tingkat Pengembangan pada Kue Muffin. Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Association of official analytical chemists., Latimer, G. W., & Horwitz, William. (2006). *Official methods of analysis of AOAC international*. AOAC International.
- Cahyaningati, O dan T.D. Sulistiyati. 2020. Pengaruh Penambahan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk) terhadap Kadar B-Karoten dan Organoleptik Bakso Ikan Patin (*Pangasius pangasius*). *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4 (3) : 345-351.
- Ekawati, G.A., G.A.K.D. Puspawati dan P.T. Ina. 2015. Aktivitas Antioksidan dan Kadar Antosianin Roti Manis Tepung Ubi Ungu Modifikasi selama Penyimpanan dan Perbaikan Formulasi. *Media Ilmiah Teknologi Pangan*, 2 (2) : 148-154. ISSN: 2407-3814 (print); 2477-2739 (e-journal).
- Haryanti, P., R. Setyawati dan R. Wicaksono. 2014. Pengaruh Suhu dan Lama Pemanasan Suspensi Pati Serta Konsentrasi Butanol terhadap Karakteristik Fisikokimia Pati Tinggi Amilosa dari Tapioka. *Jurnal Agritech*, 34 (3) : 308-315. <https://doi.org/10.22146/agritech.9459>
- Khomsatin, S dan B. Haryanto. 2012. Kajian Pengaruh Pengukusan Bertekanan (*Steam Pressure Treatment*) terhadap Sifat Fisikokimia Tepung Jagung. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 18 (1) : 86-93.
- Kim, H.K., J.B. Kim., S.M. Cho dan M.N. Chung. 2012. Anthocyanin Changes in The Korean Purple-Fleshed Sweet Potato, Shinzami, As Affected by Steaming and Baking. *Food Chemistry*, 130 (4) : 966-972. DOI:[10.1016/j.foodchem.2011.08.031](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.031)
- Kusuma, I.Y., Y. Pujiarti dan G. Samodra. 2020. Potensi Daun Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Agen Anti-Hipergikemia: Studi Literatur. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 12 (1) : 94-99.
- Leone, A., A. Spada., A. Battezzati., A. Schiraldi., J. Aristil dan S. Bertoli. 2015. Cultivation, Genetic, Ethnopharmacology, Phytochemistry and Pharmacology of *Moringa oleifera* Leaves: An Overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 16 (6) : 12791-12835. <https://doi.org/10.3390/ijms160612791>
- Lestari, A.A. 2019. Analisis Kadar Antosianin dan Vitamin C Serta Daya Terima Konsumen Sirup Buah Buni. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Hasil Perkebunan*, 159–166.
- Lidiasari, E., M.I. Syafutri dan F. Syaiful. 2016. Pengaruh Perbedaan Suhu Pengeringan Tepung Tapai Ubi Kayu terhadap Mutu Fisik dan Kimia yang Dihasilkan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 8 (2) : 141-146.
- Hakim, M.A.A, D. Mutiara dan Alshendra. 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>
- Murdiasa, P.Y., I.P. Suparthana dan P.T. Ina. 2021. Pengaruh Penambahan Puree Daun Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap Karakteristik Siomay Ayam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 10(2) : 235-245.
- Nasrullah, H. Husain dan M. Syahrir. 2020. Pengaruh Suhu Dan Waktu Pemanasan Terhadap Stabilitas Pigmen Antosianin Ekstrak Asam Sitrat Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus*

- polyrizus) Dan Aplikasi Pada Bahan Pangan. *Jurnal Chemica*, 21 (2) : 150-162.
- Nintami, A.L dan N. Rustanti. 2012. Kadar Serat, Aktivitas Antioksidan, Amilosa dan Uji Kesukaan Mi Basah dengan Substitusi Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas var Ayamurasaki*) Bagi Penderita Diabetes Melitus Tipe-2. *Journal of Nutrition College*, 1 (1) : 382-387. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jnc>
- Nurdjanah, S., N. Yuliana., S. Astuti., J. Hernanto dan Z. Zukryandry. 2017. Physico Chemical, Antioxidant and Pasting Properties of Pre-heated Purple Sweet Potato Flour. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 5 (4) : 140-146. <https://doi.org/10.11648/j.jfns.20170504.11>
- Oksilia dan F. Pratama. 2018. Karakteristik Fisik, Kimia Dan Sensoris Pempek Berbahan Dasar Pati Resisten Tipe Iii Tapioka.. *Prosiding Seminar Nasional I Hasil Litbangyasa Industri*, 163–175.
- Prasetyo, H.A dan R.R. Winardi. 2020. Perubahan Komposisi Kimia dan Aktivitas Antioksidan pada Pembuatan Tepung dan Cake Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L.*). *Jurnal Agrica Ekstensia*, 14 (1) : 25-32.
- Putra, I.N.K, I.P. Suparthana dan P.T. Ina. 2017. Pengembangan Tepung Kimpul Pregel dan Aplikasinya pada Produksi Pangan Olahan. Hibah Riset Inovasi Udayana.
- Putri, A dan E. Kasli. 2017. Pengaruh Suhu terhadap Viskositas Minyak Goreng. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL MIPA III*, 464–469. www.conference.unsyiah.ac.id/SN-MIPA
- Richana, N dan Widaningrum. 2009. Penggunaan Tepung dan Pasta dari Beberapa Varietas Ubi Jalar sebagai Bahan Baku Mi. *Jurnal Pascapanen*, 6 (1) : 43-53.
- Rosida, D.F., N.A. Putri dan M. Oktafiani. 2020. Karakteristik Cookies Tepung Kimpul Termodifikasi (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan Penambahan Tapioka. *Agrointek*, 14 (1) : 42-56. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v14i1.6309>
- Shahira, S.F., A. Subagio dan N. Diniyah. 2023. Pengaruh Suhu Pemanasan dan Konsentrasi terhadap Karakteristik Kimia dan Fungsional pada Modifikasi Pregelatinisasi MOCAF. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 11 (2) : 207-219 <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2023.011.02.10>
- Soraya, Netty. 2018. Studi Pembuatan Snack Bar Formula Tepung (*Oat-Mocaf*) dengan Fortifikasi Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*). [Skripsi]. Fakultas Pertanian-Pertenakan, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Sudarmadji, S; B. Haryono dan Suhardi. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : Liberty.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan*. Yogyakarta : Liberty.
- Suhartatik, N., M.N. Cahyanto., S.Raharjo dan E.S. Rahayu. 2013. Aktivitas Antioksidan Antosianin Beras Ketan Hitam Selama Fermentasi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 24 (1) : 18-25. <https://doi.org/10.6066/jtip.2013.24.1.115>