



KARAKTERISTIK FISIK GEL TEPUNG SAGU (*Metroxilon* sp.) YANG DIFORMULASI DENGAN TEPUNG UBI JALAR PUTIH (*Ipomea batatas* L) DAN TEPUNG PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca* Linn)

[Physical Characteristics of Sago (*Metroxilon* sp.) Starch Gel Formulated with White Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Flour and Kepok Banana (*Musa paradisiaca* Linn) Flour]

Andi Dahlan¹, Sri Wahyuni^{2*}, Febriana Muchtar³

¹Program Studi Gizi, Institut Teknologi dan Kesehatan Avicenna, Kendari

²Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo, Kendari

³Program Studi Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Halu oleo, Kendari

*Email: sri.wahyuni@uho.ac.id (Telp: +62 821-8966-2086)

Diterima Tanggal 28 Juli 2024

Disetujui Tanggal 16 Agustus 2024

ABSTRACT

This study aimed to determine the characteristics of sago starch formulated with white sweet potato flour and sago starch formulated with kepok banana flour. The research used a completely randomized design (CRD) with nine formulation treatments of flour. The parameters analyzed included moisture content, color and gel performance, gel formation time, optimum gel formation temperature, pH, and gel texture softness score. Data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple range test (DMRT) at a 95% confidence level ($p \leq 0.05$). The results show that the moisture content of sago starch formulated with white sweet potato flour and kepok banana flour ranged between 14-16%. The formulation of white sweet potato flour and sago starch, as well as sago starch with kepok banana flour, affected the color and gel performance. The addition of white sweet potato flour influenced the physical characteristics of the sago gel, as did the gel formed from the formulation of sago starch and kepok banana flour. In the mixture of sago starch and white sweet potato flour, the optimum gel temperature ranged from 57.33°C to 62.00°C, with a gel softness score of 2.27 to 3.33. In the mixture of sago starch and kepok banana flour, the optimum gel temperature ranged from 60.00°C to 64.00°C, with a gel softness score of 2.13 to 3.47. Kepok banana flour was more effective in increasing the gel temperature and reducing gel softness compared to white sweet potato flour. The results of this study provide broader application information for the diversification of sago-based food products.

Keywords: Sago, white sweet potato flour, Banana Flour, Physical Characteristics of Gel

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik tepung sagu yang diformulasi dengan tepung ubi jalar putih dan tepung sagu yang diformulasi dengan tepung pisang kepok. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan sembilan perlakuan formulasi tepung. Parameter yang dianalisis meliputi kadar air, warna dan performa gel, lama waktu terbentuk gel, suhu terbentuk gel optimum, pH, dan skor kelunakan tekstur gel. Analisis data dilakukan dengan *One Way Analysis of Variance* (ANOVA) dan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 95% ($p \leq 0,05$). Hasil menunjukkan kadar air tepung sagu yang diformulasi dengan ubi jalar putih dan tepung pisang kepok berkisar antara 14-16%. Formulasi tepung ubi jalar putih dan tepung ubi jalar, dan tepung sagu dengan tepung pisang kepok memengaruhi warna dan performa gel. Penambahan tepung ubi jalar putih memengaruhi karakteristik fisik gel sagu, begitu pula dengan gel yang terbentuk dari formulasi tepung sagu dan tepung pisang kepok. Pada campuran tepung sagu dan tepung ubi jalar putih, suhu gel optimum berkisar 57,33°C hingga 62,00°C, dengan skor kelunakan gel 2,27 hingga 3,33. Pada campuran tepung sagu dengan tepung pisang kepok, suhu gel optimum berkisar 60,00°C hingga 64,00°C, dengan skor kelunakan gel 2,13 hingga 3,47. Tepung pisang kepok lebih efektif dalam meningkatkan suhu gel dan mengurangi kelunakan gel dibandingkan tepung ubi jalar putih. Hasil penelitian ini memberikan informasi aplikasi lebih luas untuk diversifikasi produk pangan berbasis sagu.

Kata kunci: Sagu, tepung ubi jalar putih, tepung pisang kepok, karakteristik fisik gel

PENDAHULUAN



Sagu merupakan salah satu sumber pati utama yang banyak dimanfaatkan di Indonesia, terutama di wilayah timur seperti Papua, Maluku, dan Sulawesi yang memiliki karakteristik fisik yang unik, seperti viskositas tinggi dan kemampuan membentuk gel yang kuat, sehingga sering digunakan dalam berbagai produk pangan (Grace dan Henry, 2020). Namun, sagu juga memiliki keterbatasan dalam hal kandungan gizi, seperti rendahnya kandungan protein dan serat pangan, sehingga penelitian dilakukan untuk memperkaya kandungan nutrisi dengan menambahkan bahan-bahan lain, seperti tepung ubi jalar putih dan tepung pisang kepok (Grace dan Henry, 2020).

Tepung ubi jalar putih dikenal karena kandungan karbohidratnya yang tinggi serta kandungan serat dan vitamin yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung sagu (Chittrakorn dan Bora, 2021). Di sisi lain, tepung pisang kepok kaya akan serat pangan, terutama pati resisten, yang dapat memberikan manfaat bagi kesehatan pencernaan (Widaningrum *et al.*, 2023). Penambahan kedua jenis tepung ini diharapkan dapat meningkatkan nilai gizi dari produk berbasis sagu, namun perlu diperhatikan bagaimana pengaruhnya terhadap karakteristik fisik dari gel yang terbentuk (Grace dan Henry, 2020).

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa penambahan tepung lain pada sagu dapat mempengaruhi sifat fisikokimia, khususnya viskositas dan kekuatan gel yang terbentuk. Misalnya, penelitian oleh Tortoe *et al.* (2017) menemukan bahwa penambahan tepung pisang pada sagu secara signifikan menurunkan viskositas dari gel yang terbentuk, disebabkan oleh interaksi antar molekul pati yang berbeda yang menghambat pembentukan jaringan gel yang kuat. Hasil serupa juga menunjukkan bahwa penambahan tepung ubi jalar pada sagu mengurangi viskositas dan meningkatkan kemampuan retensi air dari gel yang terbentuk (Castro-Mendoza *et al.*, 2022). Beberapa studi lain juga menunjukkan bahwa penambahan tepung ubi jalar dapat memengaruhi berbagai aspek karakteristik gel tepung, termasuk tekstur, viskositas, dan komposisi gizi. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Sukainah (2023) menunjukkan bahwa tepung ubi jalar ungu mengandung pati, gula reduksi, protein, zat besi, provitamin C, dan antosianin, yang dapat memengaruhi sifat gel yang dihasilkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dilaporkan hasil penelitian karakteristik fisik dari gel yang dihasilkan dari formulasi campuran tepung sagu dengan tepung ubi jalar putih dan formulasi campuran tepung sagu dengan tepung pisang kepok. Penelitian ini penting untuk memahami bagaimana variasi komposisi tepung dapat mempengaruhi sifat fisik gel, yang pada akhirnya akan mempengaruhi aplikasi produk dalam industri pangan. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan diversifikasi produk pangan berbasis sagu.

BAHAN DAN METODE



Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari sagu basah diperoleh dari pasar Anduonohu Kota Kendari, tepung ubi jalar putih, tepung pisang kepok, air, kertas pH indikator universal, termometer, dan *stopwatch*.

Tahapan Penelitian

Pembuatan Tepung Sagu

Pembuatan tepung sagu dilakukan dengan mencuci sagu basah sebanyak 3 kali dan setiap pencucian dilakukan penyaringan untuk menghilangkan kotoran. Selanjutnya sagu dikeringkan di bawah sinar matahari dan dikombinasikan dengan pengipasan untuk menghindari terjadinya pencokelatan pada tepung sagu.

Pengujian Nilai pH

Nilai pH diukur dengan melarutkan 10 g tepung sagu dan tepung sagu yang diformulasikan dengan tepung ubi jalar putih dan tepung pisang kepok ke dalam 30 mL air lalu pH diukur dengan mencelupkan kertas indikator pH universal selama 2 menit lalu kertas diangkat dan ditentukan pH larutan.

Suhu dan Waktu Optimal Pembentukan Gel

Pengukuran suhu dan waktu optimum pembentukan gel dilakukan dengan melarutkan 10 g tepung sesuai perlakuan dengan 30 ml air lalu dipanaskan. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer dan lama waktu diukur dengan menggunakan *stopwatch*.

Kelunakan Tekstur Gel

Pengukuran tingkat kelunakan gel menggunakan penilaian panelis sebanyak 20 orang yang dilakukan melalui metode uji organoleptik. Metode ini melibatkan penilaian subjektif dari panelis terhadap karakteristik fisik gel, seperti tekstur. Panelis diminta mengukur kelunakan gel dengan skor penilaian 1-5 dimana 1 (sangat keras), 2 (keras), 3 (agak lunak), 4 (lunak), 5 (sangat lunak)

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari perlakuan A0=Tepung sagu 100%, A15=50% tepung sagu dan 50% tepung ubi jalar putih, B15= 50% tepung sagu dan 50% tepung pisang kepok, A24=60% tepung sagu dan 40% tepung ubi jalar putih, B24=60% tepung sagu dan 40% tepung pisang kepok, A33=70% tepung sagu dan 30% tepung ubi jalar putih, B33=70% tepung sagu dan 30% tepung pisang kepok, A42=80% tepung sagu dan 20% tepung ubi jalar putih, B42=80% tepung sagu dan 20% tepung pisang kepok, A51=90% tepung sagu dan 10% tepung ubi jalar putih, B51=90% tepung sagu dan 10% tepung pisang kepok. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan.



Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sidik ragam *One Way Analysis of Variances* (ANOVA). Perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 95% ($p \leq 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air

Salah satu faktor penting yang menentukan kualitas produk pangan, termasuk tepung, adalah kadar air, yang merupakan persentase air dalam suatu bahan yang diwakili dalam persen. Kadar air yang tinggi dapat membuat produk lebih rentan terhadap pertumbuhan mikroba, yang dapat menyebabkan kerusakan dan penurunan kualitas produk (Daud *et al.*, 2019). Hasil pengujian kadar air tepung sagu dan tepung sagu dengan formulasi tepung ubi jalar putih dan tepung pisang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar air tepung formulasi

Perlakuan	kadar air (%)	Perlakuan	kadar air (%)
A0	15.23	B0	15.23
A15	12.82	B15	15.13
A24	13.77	B24	14.64
A33	14.27	B33	15.33
A42	15.8	B42	15.77
A51	16.64	B51	16.54

Keterangan : A0=Tepung sagu 100%, A15=50% tepung sagu dan 50% tepung ubi jalar putih, A24=60% tepung sagu dan 40% tepung ubi jalar putih, A33=70% tepung sagu dan 30% tepung ubi jalar putih, A42=80% tepung sagu dan 20% tepung ubi jalar putih, A51=90% tepung sagu dan 10% tepung ubi jalar putih.

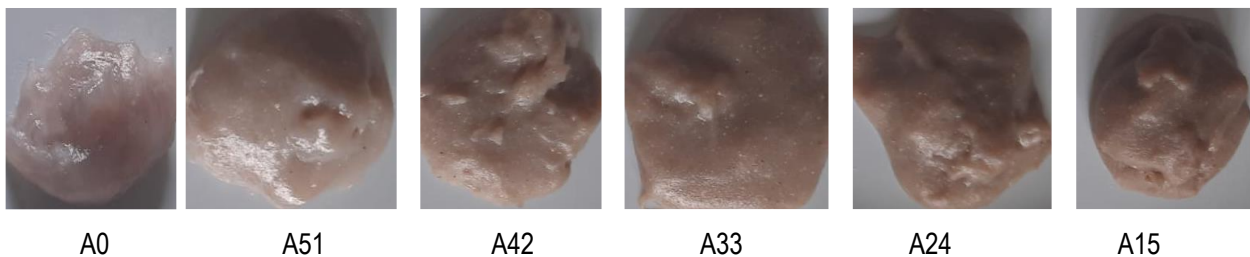
Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar tertinggi pada formulasi tepung sagu dengan ubi jalar putih tertinggi pada perlakuan A51 (90% tepung sagu: 10% tepung ubi jalar putih) dan terendah pada perlakuan A15 (50% tepung sagu : 50% tepung ubi jalar putih). Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan bahwa persentase konsentrasi tepung sagu dalam campuran seiring dengan peningkatan kadar air dan peningkatan konsentrasi tepung ubi jalar putih dapat menurunkan kadar air. Tabel 1 juga menunjukkan bahwa kadar air tertinggi tepung sagu yang diformulasi dengan tepung pisang kepok terdapat pada perlakuan B51 sebesar 16,54% dan terendah pada perlakuan B24 yaitu sebesar 15,64. Hasil penelitian menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan kadar air seiring dengan peningkatan konsentrasi tepung pisang kepok dalam formulasi. Hal ini terlihat dari kadar air yang cenderung meningkat dari perlakuan B24 hingga B51. Fenomena ini dapat dijelaskan oleh sifat higroskopis tepung pisang kepok yang lebih tinggi dibandingkan tepung sagu. Hal ini sejalan dengan penelitian Purwani *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa kadar air bahan baku pati sagu berkisar



14,01%, sehingga peningkatan proporsi tepung pisang kepek dapat mempengaruhi kadar air produk akhir (Hiola *et al.*, 2023)

Warna dan performa gel tepung sagu formulasi

Warna dan performa gel pada tepung merupakan dua aspek penting yang mempengaruhi penggunaannya dalam industri pangan. Hasil pengamatan warna dan performa gel formulasi tepung sagu dengan tepung ubi jalar putih ditampilkan pada Gambar 1 dan formulasi tepung sagu dengan tepung pisang kepek ditampilkan pada Gambar 2.



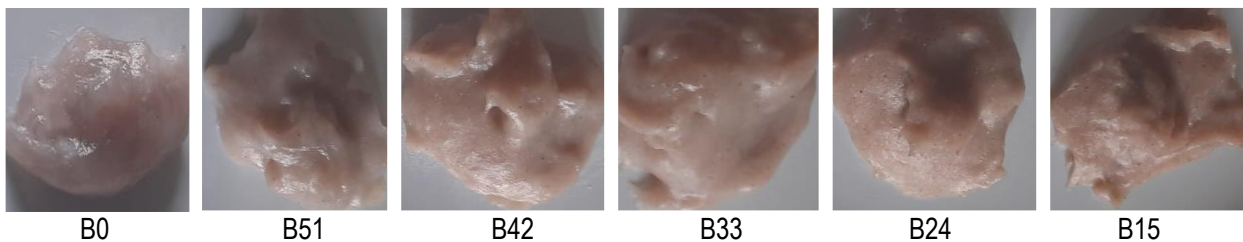
Gambar 1. Warna dan performa gel formulasi tepung sagu dengan tepung ubi jalar putih. A0=Tepung sagu 100%, A15=50% tepung sagu dan 50% tepung ubi jalar putih, A24=60% tepung sagu dan 40% tepung ubi jalar putih, A33=70% tepung sagu dan 30% tepung ubi jalar putih, A42=80% tepung sagu dan 20% tepung ubi jalar putih, A51=90% tepung sagu dan 10% tepung ubi jalar putih.

Hasil penelitian yang ditampilkan pada Gambar 1 menunjukkan bahwa warna dan performa gel tepung formulasi sagu berubah seiring dengan penambahan tepung ubi jalar putih. Penampakan warna gel paling terang terdapat pada perlakuan A0 (100% tepung sagu) dan paling gelap terdapat pada perlakuan A15 (50% tepung sagu:50% tepung ubi jalar putih). Semakin tinggi konsentrasi penambahan tepung ubi jalar putih akan membuat warna gel semakin gelap dan berwarna kecokelatan. Hal ini dapat terjadi karena penambahan tepung ubi jalar putih dapat memicu reaksi kimia yang mengubah warna gel. Misalnya, reaksi *Maillard*, yang terjadi antara asam amino dan gula pereduksi, dapat menghasilkan warna coklat pada gel. Proses ini lebih mungkin terjadi pada suhu tinggi dan dengan waktu pemanasan (Priyani *et al.*, 2019). Gambar 2 menunjukkan bahwa perlakuan A0 terlihat lebih halus dan sedikit transparan yang menunjukkan kekenyalan yang lebih tinggi dan elastisitas yang baik. Semakin banyak penambahan tepung ubi jalar putih seperti pada perlakuan A15 terlihat tekstur lebih kasar dibandingkan dengan perlakuan A0 dengan adanya pengurangan elastisitas dan perubahan warna menjadi lebih buram. Hal ini dapat terjadi dikarenakan penambahan tepung ubi jalar memiliki kandungan amilosa lebih tinggi yaitu sebesar 54,85% (Yuliansar *et al.*, 2020) yang membentuk gel lebih kasar dan cenderung lebih lembut.

Hasil penelitian warna dan performa gel tepung sagu yang diformulasikan dengan tepung pisang kepek yang disajikan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa warna gel paling terang terdapat pada perlakuan B0 (100% tepung sagu) dan paling gelap terdapat pada perlakuan B15 (50% tepung sagu : 50% tepung pisang kepek). Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa semakin banyak pemberian tepung pisang kepek pada tepung sagu



formulasi akan menyebabkan warna gel tepung akan semakin berwarna coklat gelap. Hal ini dapat terjadi karena penambahan tepung pisang kepok dapat memicu reaksi kimia yang mengubah warna gel. Misalnya, reaksi *Maillard*, yang terjadi antara asam amino dan gula pereduksi, dapat menghasilkan warna coklat pada gel. Proses ini lebih mungkin terjadi pada suhu tinggi dan dengan waktu pemanasan (Priyani *et al.*, 2019). Selain itu juga dapat dipengaruhi oleh tepung pisang kepok memiliki warna putih kecokelatan, berbeda dengan tepung sagu yang lebih putih. Penambahan tepung pisang kepok dalam jumlah yang lebih besar akan mengubah warna keseluruhan gel menjadi lebih coklat karena dominasi warna dari tepung pisang kepok itu sendiri.



Gambar 2. Warna dan performa gel formulasi tepung sagu dengan tepung pisang kepok. B0=Tepung sagu 100%, B15=50% tepung sagu dan 50% tepung pisang kepok, B24=60% tepung sagu dan 40% tepung pisang kepok, B33=70% tepung sagu dan 30% tepung pisang kepok, B42=80% tepung sagu dan 20% tepung pisang kepok, B51=90% tepung sagu dan 10% tepung pisang kepok.

Gambar 2 juga menunjukkan bahwa perlakuan B0 terlihat memiliki gel yang lebih halus dan sedikit transparan yang menunjukkan kekenyalan yang lebih tinggi dan elastisitas yang baik. Semakin banyak penambahan tepung pisang kepok pada tepung sagu seperti pada perlakuan B15 terlihat gel lebih kasar dan lembek. Performa gel campuran tepung sagu dan tepung pisang kekok pada Gambar 2 sangat dipengaruhi oleh kandungan amilosa dan amilopektin kedua bahan tersebut. Pati yang kaya amilopektin, seperti tepung sagu, cenderung membentuk gel yang lebih kuat, elastis, dan stabil. Pada sampel seperti B0, B42, dan B51, dominasi tepung sagu yang mengandung amilosa lebih tinggi menghasilkan gel yang lebih padat dan tahan terhadap deformasi. Sebaliknya, pati pisang kepok mengandung lebih banyak amilosa yaitu berkisar 27-48% (Nairfana dan Rizaldi, 2022), yang membentuk gel yang lebih lembut dan kurang stabil.

Karakteristik fisik gel tepung sagu formulasi

Analisis karakteristik fisik gel perlu diketahui untuk mengetahui karakter gel yang terbentuk setelah dilakukan formulasi dengan jenis tepung yang berbeda dan komposisi yang berbeda. Hasil karakteristik gel dapat memberikan informasi aplikasi selanjutnya untuk diversifikasi produk pangan berbasis sagu.



Karakteristik fisik tepung sagu yang diformulasi dengan tepung ubi jalar putih

Hasil karakterisasi fisik gel tepung sagu yang diformulasi dengan tepung ubi jalar putih pada parameter nilai pH larutan sebelum dipanaskan, lama pemanasan untuk terbentuk gel optimum, suhu gel optimum serta skor penilaian kelunakan tekstur gel disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik fisik gel tepung sagu formulasi tepung ubi jalar putih

Perlakuan	Waktu Terbentuk Gel (menit)	Suhu Gel Optimum (°C)	pH	Skor Kelunakan Tektur Gel
A0	3,10±0,99	60,00±0,00	6,00±0,00	3,33±0,81
A15	3,29±0,25	57,33±2,52	6,00±0,00	2,93±0,50
A24	2,77±0,57	62,00±5,29	6,00±0,00	2,27±0,12
A33	2,61±0,39	59,00±2,65	6,00±0,00	2,53±0,23
A42	2,68±0,38	61,00±2,31	6,00±0,00	2,87±0,31
A51	2,56±0,40	58,67±4,73	6,00±0,00	3,07±0,12

Keterangan: A0=Tepung sagu 100%, A15=50% tepung sagu dan 50% tepung ubi jalar putih, A24=60% tepung sagu dan 40% tepung ubi jalar putih, A33=70% tepung sagu dan 30% tepung ubi jalar putih, A42=80% tepung sagu dan 20% tepung ubi jalar putih, A51=90% tepung sagu dan 10% tepung ubi jalar putih.

Lama Waktu Terbentuk Gel

Lama waktu terbentuknya gel adalah salah satu parameter penting dalam karakterisasi fisik tepung yang menunjukkan kecepatan pembentukan jaringan gel dari pati. Berdasarkan data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa waktu terbentuknya gel untuk formulasi tepung sagu dengan tepung ubi jalar putih bervariasi dari 2,56 hingga 3,29 menit. Formulasi A0 (100% tepung sagu) menunjukkan waktu terbentuk gel sebesar 3,10 menit, sementara penambahan tepung ubi jalar putih mengarah pada variasi waktu pembentukan gel. Waktu terbentuk gel terpanjang terjadi pada formulasi A15 (50% tepung sagu dan 50% tepung ubi jalar putih), dengan nilai 3,29 menit. Sebaliknya, waktu terbentuk gel tercepat terjadi pada formulasi A51 (90% tepung sagu dan 10% tepung ubi jalar putih), dengan nilai 2,56 menit.

Penambahan tepung ubi jalar putih cenderung memperlambat pembentukan gel pada beberapa formulasi awal (A15), yang dapat disebabkan oleh peningkatan viskositas akibat interaksi antara pati sagu dan pati dari ubi jalar putih. Menurut Biduski *et al.* (2018), waktu pembentukan gel dapat dipengaruhi oleh rasio amilosa dan amilopektin serta interaksi dengan air, di mana penambahan bahan yang kaya amilosa seperti ubi jalar putih dapat meningkatkan viskositas dan memperpanjang waktu pembentukan gel. Namun, pada konsentrasi tepung ubi jalar putih yang lebih rendah, waktu pembentukan gel menjadi lebih singkat, mungkin karena dominasi karakteristik dari tepung sagu yang lebih cepat membentuk jaringan gel.

Suhu Gel Optimum

Suhu gel optimum menunjukkan suhu di mana gel mencapai kekuatan maksimal. Suhu gel optimum dalam penelitian ini bervariasi dari 57,33°C hingga 62,00°C. Formulasi A0 menunjukkan suhu gel optimum sebesar



60,00°C. Penambahan tepung ubi jalar putih menyebabkan fluktuasi dalam suhu gel optimum, dengan suhu tertinggi tercatat pada formulasi A24 (60% tepung sagu dan 40% tepung ubi jalar putih) sebesar 62,00°C. Peningkatan suhu gel optimum pada formulasi tertentu dapat disebabkan oleh interaksi molekuler yang kompleks antara pati sagu dan pati ubi jalar putih, yang memerlukan suhu lebih tinggi untuk mencapai struktur gel yang stabil. Aini *et al.* (2010) melaporkan bahwa penambahan pati dengan sifat gelatinisasi berbeda dapat mengubah suhu gelatinisasi campuran karena perbedaan dalam komposisi molekuler dan distribusi ukuran granula pati.

Nilai pH

Kondisi tingkat keasaman dan basanya suatu produk dapat dilihat dari nilai pHnya. Semakin kecil nilai pH suatu bahan maka semakin asam bahan tersebut, sebaliknya semakin tinggi nilai PH bahan maka semakin basa bahan tersebut (Shi *et al.*, 2022). Hasil penelitian (Tabel 1) menunjukkan bahwa nilai pH tetap konstan pada semua perlakuan (pH 6,00), yang menunjukkan bahwa penambahan tepung ubi jalar putih tidak mempengaruhi keasaman larutan yang akan dipanaskan untuk membentuk gel. Stabilitas nilai pH ini penting untuk menjaga integritas kimiawi dan sifat fisik gel. Irianto *et al.* (2020) menyatakan bahwa pH yang stabil menunjukkan bahwa tidak ada reaksi kimia signifikan yang mempengaruhi sifat asam-basa, yang berkontribusi pada kestabilan fisik dan reologi dari gel yang dihasilkan.

Nilai Skor Kelunakan Tekstur Gel

Skor kelunakan tekstur gel bervariasi dari 2,27 hingga 3,33, dengan formulasi A0 menunjukkan nilai skor kelunakan tertinggi sebesar 3,33. Penambahan tepung ubi jalar putih umumnya menyebabkan penurunan kelunakan, dengan nilai terendah tercatat pada formulasi A24 (60% tepung sagu dan 40% tepung ubi jalar putih) sebesar 2,27.

Penurunan kelunakan ini dapat dikaitkan dengan peningkatan kekakuan gel yang dihasilkan oleh penambahan tepung ubi jalar putih. Menurut Leloup *et al.* (1991), kandungan amilosa yang lebih tinggi cenderung menghasilkan gel yang lebih kaku dan kurang elastis karena amilosa membentuk jaringan gel yang lebih padat dan kuat. Oleh karena itu, semakin tinggi proporsi tepung ubi jalar putih, semakin keras tekstur gel yang dihasilkan, seperti yang terlihat pada formulasi A24.

Karakteristik fisik tepung sagu yang diformulasi dengan tepung pisang kepok

Hasil karakteristik fisik tepung sagu yang diformulasi dengan tepung pisang kepok pada parameter nilai pH larutan sebelum dipanaskan, lama pemanasan untuk terbentuk gel optimum, suhu gel optimum serta skor penilaian kelunakan tekstur gel disajikan pada Tabel 2.



Tabel 2. Karakteristik fisik tepung sagu yang diformulasi dengan tepung pisang kepek

Perlakuan	Waktu Terbentuk Gel (menit)	Suhu Gel Optimum (°C)	pH	Skor Kelunakan Tekstur Gel
B0	3,10±0,99	60,00±0,00	6,00±0,00	3,33±0,81
B15	2,35±0,21	63,67±2,31	6,00±0,00	2,13±0,31
B24	2,35±0,09	64,00±1,73	6,00±0,00	2,73±0,46
B33	2,31±0,15	62,67±4,04	6,00±0,00	2,87±0,23
B42	2,83±0,57	63,67±2,31	6,00±0,00	2,87±0,12
B51	2,35±0,12	62,00±5,20	6,00±0,00	3,47±0,23

Keterangan: B0=Tepung sagu 100%, B15=50% tepung sagu dan 50% tepung ubi jalar putih, B24=60% tepung sagu dan 40% tepung ubi jalar putih, B33=70% tepung sagu dan 30% tepung ubi jalar putih, B42=80% tepung sagu dan 20% tepung ubi jalar putih, B51=90% tepung sagu dan 10% tepung ubi jalar putih.

Lama Waktu Terbentuk Gel

Lama waktu terbentuknya gel merupakan parameter penting yang menunjukkan kecepatan pembentukan struktur jaringan gel dalam campuran tepung. Berdasarkan data pada Tabel 2, waktu terbentuknya gel bervariasi dari 2,31 hingga 3,10 menit. Formulasi dengan 100% tepung sagu (B0) menunjukkan waktu terbentuk gel terlama, yaitu 3,10 menit. Penambahan tepung pisang kepek pada berbagai konsentrasi dapat mempercepat pembentukan gel. Pada perlakuan dengan campuran 70% tepung sagu dan 30% tepung pisang kepek (B33), waktu terbentuk gel mencapai nilai terendah, yaitu 2,31 menit. Percepatan waktu terbentuknya gel dengan penambahan tepung pisang kepek dapat disebabkan oleh komposisi kimia tepung pisang kepek yang kaya akan serat pangan, yang dapat mempercepat proses gelatinisasi. Menurut Moulin dan Scahmid (2015), serat pangan berfungsi sebagai pengisi dalam matriks pati, yang dapat memfasilitasi distribusi air dan meningkatkan interaksi antar molekul pati, sehingga mempercepat pembentukan gel. Hal ini mengindikasikan bahwa tepung pisang kepek memberikan kontribusi dalam mempercepat pengaturan jaringan gel ketika dicampurkan dengan tepung sagu.

Suhu Gel Optimum

Suhu gel optimum adalah suhu di mana gel mencapai kestabilan maksimum dalam hal kekuatan dan konsistensi. Data (Tabel 2) menunjukkan bahwa suhu gel optimum bervariasi antara 60,00°C hingga 64,00°C. Formulasi dengan 100% tepung sagu (B0) memiliki suhu gel optimum sebesar 60,00°C. Penambahan tepung pisang kepek dalam formulasi cenderung meningkatkan suhu gel optimum, dengan suhu tertinggi tercatat pada formulasi 60% tepung sagu dan 40% tepung pisang kepek (B24) sebesar 64,00°C. Peningkatan suhu gel ini menunjukkan bahwa tepung pisang kepek, yang kaya serat berkontribusi pada peningkatan suhu gelatinisasi karena interaksi serat dan pati yang mengurangi jumlah air bebas dan meningkatkan suhu yang diperlukan untuk pembentukan gel yang optimal. Penurunan suhu gel pada proporsi tepung pisang kepek yang lebih rendah menunjukkan bahwa komposisi optimal untuk suhu gel maksimum adalah pada campuran sekitar 60% tepung sagu dan 40% tepung pisang kepek.



Nilai pH

Hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai pH pada semua perlakuan tetap konstan pada 6,00. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung pisang kepok tidak memengaruhi keasaman sistem gel. Stabilitas pH penting untuk memastikan bahwa tidak ada perubahan kimiawi signifikan yang dapat memengaruhi stabilitas atau karakteristik fisik gel. Irianto *et al.* (2018) menyatakan bahwa pH yang konstan dalam sistem pati menunjukkan stabilitas kimiawi, yang penting untuk menjaga konsistensi produk akhir. Dalam penelitian ini, konstansi pH menunjukkan bahwa tepung pisang kepok tidak bereaksi secara signifikan dengan komponen tepung sagu yang dapat mengubah sifat keasaman larutan tepung.

Kelunakan Tekstur Gel

Kelunakan tekstur gel mengacu pada kelembutan atau kekerasan gel yang terbentuk, yang merupakan parameter penting dalam kualitas tekstur produk makanan. Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai kelunakan tekstur gel bervariasi dari 2,13 hingga 3,47. Formulasi dengan 100% tepung sagu (B0) memiliki kelunakan tertinggi sebesar 3,33, sementara campuran 50% tepung sagu dan 50% tepung pisang kepok (B15) menunjukkan kelunakan terendah sebesar 2,13. Penambahan tepung pisang kepok dalam campuran dengan tepung sagu secara umum mengurangi kelunakan gel. Penurunan kelunakan tekstur ini disebabkan oleh peningkatan kekerasan gel yang dihasilkan dari penambahan tepung pisang kepok. Diba *et al.* (2018) menyatakan bahwa serat dalam tepung pisang kepok dapat menyebabkan peningkatan kekerasan gel karena serat berfungsi sebagai pengisi yang menguatkan struktur jaringan gel, sehingga mengurangi kelunakan. Namun, pada perlakuan dengan persentase tepung pisang kepok yang lebih rendah, seperti pada B51 (90% tepung sagu dan 10% tepung pisang kepok), kelunakan tekstur gel kembali meningkat menjadi 3,47, kemungkinan karena dominasi karakteristik plastisitas dari tepung sagu. Data ini menunjukkan bahwa proporsi bahan mempengaruhi struktur gel, dan tepung pisang kepok berkontribusi pada kekakuan gel melalui interaksi serat dengan molekul pati, sehingga memperkecil kelunakan gel.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kadar air tepung sagu yang diformulasi dengan ubi jalar putih dan tepung pisang kepok berkisar antara 14-16%. Penambahan tepung ubi jalar putih dan tepung pisang kepok dapat memengaruhi warna dan performa gel tepung formulasi. Penambahan tepung ubi jalar putih dan tepung pisang kepok pada tepung sagu mempengaruhi karakteristik fisik gel secara signifikan. Penambahan tepung pisang kepok meningkatkan suhu gel optimum dan mengurangi kelunakan gel lebih efektif dibandingkan penambahan tepung ubi jalar putih. Tepung pisang kepok meningkatkan suhu gel optimum dalam rentang 60,00°C hingga 64,00°C dan mengurangi kelunakan gel dari 2,13 hingga 3,47. Sebaliknya, tepung ubi jalar putih menghasilkan suhu gel optimum antara 57,33°C hingga 62,00°C dengan kelunakan gel bervariasi dari 2,27 hingga 3,33. Temuan ini



mengindikasikan bahwa tepung pisang kepok memberikan efek yang lebih signifikan dalam meningkatkan suhu gel dan memperbaiki tekstur gel dibandingkan tepung ubi jalar putih. Penambahan tepung ini dapat digunakan untuk mengembangkan produk pangan berbasis sagu, sehingga bermanfaat bagi industri pangan dalam menciptakan produk yang lebih sehat dan fungsional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Penelitian dan Pengembangan (BALITBANG) Kabupaten Kolaka dan Lembaga Penelitian dan Pengembangan (LPPM) Universitas Halu Oleo atas dukungan pelaksanaan kegiatan Kajian Produk Inovasi Pangan Yang layak Diadopsi Untuk Pelayanan Gizi di Kabupaten Kolaka.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini N, Hariyadi P, Muchtadi TR, dan Andarwulan N. 2010. Hubungan antara waktu fermentasi grits jagung putih dengan sifat gelatinisasi tepung jagung putih yang dipengaruhi ukuran partikel. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 21: 18-24.
- Biduski B, Ferreria da Silva WM, Colussi R, Lisie de Mello El Halal S, Lim L-T, Guerra Dias ÁR, dan Zavareze EdaR. 2018. Starch hydrogels: The influence of the amylose content and gelatinization method. *International Journal of Biological Macromolecules*. 113: 443-449. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.02.095>.
- Castro-Mendoza M, Navarro-Cortez R, Hernández-Urbe J, Bello-Pérez L, dan Vargas-Torres A. 2022. Sweet potato color variety and flour production drying method determine bioactive compound content and functional properties of flour. *Journal of Food Processing and Preservation*. 46(10). <https://doi.org/10.1111/jfpp.16852>.
- Chittrakorn S, dan Bora G. 2021. Production of pregelatinized sweet potato flour and its effect on batter and cake properties. *Journal of Food Processing and Preservation*. 45(12). <https://doi.org/10.1111/jfpp.16019>.
- Daud A, Suriati S, Nuzulyanti N. 2019. Kajian Penerapan Faktor yang Mempengaruhi Akurasi Penentuan Kadar Air Metode Thermogravimetri. *Lutjanus*. 24(2): 11-16.
- Diba M, Polini A, Petre D, Zhang Y, Leeuwenburgh S. 2018. Fiber-reinforced colloidal gels as injectable and moldable biomaterials for regenerative medicine. *Materials Science and Engineering: C*. 92: 143-150. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2018.06.038>.
- Grace N, dan Henry C. 2020. The physicochemical characterization of unconventional starches and flours used in Asia. *Foods*. 9(2): 182. <https://doi.org/10.3390/foods9020182>.
- Hiola NP, Tahir M, dan Limonu M. 2023. Analisis fisikokimia beras analog berbahan dasar tepung pisang kepok (*Musa paradisiaca forma typical*) dengan penambahan pati sagu. *Jambura Journal of Food Technology (JJFT)*. 5(2): 150.
- Irianto IDK, Purwanto, dan Mardan MT. 2021. Aktivitas antibakteri dan uji sifat fisik sediaan gel dekokta sirih hijau (*Piper betle* L.) sebagai alternatif pengobatan mastitis sapi. *Majalah Farmaseutik*. 16(2): 202-210.
- Leloup VM, Colonna P, dan Buleon A. 1991. Influence of amylose-amylopectin ratio on gel properties. *Journal of Cereal Science*. 13(1): 1-13. [https://doi.org/10.1016/0733-5210\(91\)90053-8](https://doi.org/10.1016/0733-5210(91)90053-8).
- Misgiyarta M, Darniadi S, dan Purwani E. 2023. Potential of new varieties of sweet potato released by Indonesian Legumes and Tuber Crops Research Institute (ILETRI): A preliminary study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1172(1): 012052. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1172/1/012052>.



- Moulin J, dan Schmid M. 2015. Effect of dietary fiber on starch digestion and glycemic response. PLOS ONE. 10(7): e0128665. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128665>.
- Nairfana I, Rizaldi LH. 2022. Sifat fisikokimia tepung pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) yang ditanam di lokasi berbeda di Kabupaten Sumbawa. Pro Food (Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan). 8(1): 44. e-ISSN: 2443-3446.
- Priyani DA, Moody SD, Yuliana T. 2019. Karakteristik fisik, kandungan mineral dan cemaran logam tepung komposit (tepung bonggol pisang, ubi jalar, dan kecambah kedelai hitam). Jurnal Triton. 10(2): 21-30. ISSN: 2085-3823.
- Sukainah A, Putra RP, Fadilah R. 2023. Analisis Kualitas Nastar Dengan Penambahan Tepung Ubi Jalar Ungu Hasil Pengeringan Cabinet Dryer Suhu 60°C. Indonesian Journal of Fundamental Sciences. 9(2):87-94
- Shi C, Ma J, Wu H, Luo J, Liu Y, Li K, Zhou Y, dan Wang K. 2022. Evaluation of pH regulation in carbohydrate-type municipal waste anaerobic co-fermentation: Roles of pH at acidic, neutral and alkaline conditions. Science of The Total Environment. 158327. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158327>.
- Tortoe C, Akonor P, dan Buckman E. 2017. Potential uses of sweet potato-wheat composite flour in the pastry industry based on proximate composition, physicochemical, functional, and sensory properties of four pastry products. Journal of Food Processing and Preservation. 41(5): e13206. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13206>.
- Yuliansar, Ridwan, Hermawati. 2020. Karakterisasi pati ubi jalar putih, orange, dan ungu. SAINTIS. 1(2): 1. ISSN 2443-2369.