

**Karakteristik Fisik, Kimia, dan Sensori Boba dari Tepung Ubi Jalar Madu
(*Ipomoea batatas* L. var. Madu) dan Tapioka**

*Quality Characteristics of Boba Pearls from Honey Sweet Potato
(*Ipomoea batatas* L. Var. Madu) Flour and Tapioka*

Nurud Diniyah*, Anggun Fitria Mustika Yekti, Asmak Afriliana, Giyarto, Achmad Subagio

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Jl. Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto, Jember, Jawa Timur, Indonesia 68121

*email: nurud.ftp@unej.ac.id

Diserahkan [19 Februari 2025]; Diterima [26 Juni 2025]; Dipublikasi [30 Juni 2025]

ABSTRACT

Boba made from tapioca tends to have a slightly rough, firm, and dense texture. Substituting honey sweet potato flour as a source of sweetener, natural coloring, and low starch content can improve the structure and enhance the quality of the boba. This research aims to determine the effect of the ratio of honey sweet potato flour and tapioca on physical, chemical, and sensory quality characteristics, as well as to determine the best treatment for boba with honey sweet potato flour and tapioca. This research used a Completely Randomized Design (CRD) with one treatment factor, namely the ratio of honey sweet potato flour and tapioca (0:100, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 60:40, 70:30, 80:20, 90:10 and 100:0) in triplicate. The made pearls were subjected to physical (diameter, bulk density) analysis, texture profile (hardness, gumminess, springiness, and chewiness) analysis, chemical (moisture content, starch content, reducing sugar content) analysis, and sensory (color, taste, aroma, and texture) evaluation. According to obtained results, the ratio of honey sweet potato flour and tapioca was significantly difference to the physical (diameter, bulk density) properties, texture profile (hardness, gumminess and chewiness), chemical properties (moisture content, starch content, reducing sugar content), and sensory evaluation (color, taste, aroma and texture) of boba pearl. The ratio of honey sweet potato flour and tapioca, 90:10, is the best treatment with an effectiveness value of 0.73. The characteristics of raw boba pearl as a best treatment respectively 0.92 ± 0.00 cm diameter; 0.40 ± 0.00 g/ml bulk density and $47.45 \pm 0.58\%$ water content, while the characteristics of ripe boba were 1.15 ± 0.00 cm of diameter; 0.51 ± 0.00 g/ml bulk density; 62.94 ± 1.32 gf hardness; 103.21 ± 1.62 gf gumminess; 53.97 ± 2.37 gf springiness, 0.46 ± 0.00 gf chewiness; $64.50 \pm 1.57\%$ water content; $11.81 \pm 0.04\%$ starch content; $30.47 \pm 0.02\%$ reducing sugar; 4.10 ± 0.79 (like) hedonic color; 4.15 ± 0.81 (like) taste; 4.05 ± 0.76 (like) aroma; and 4.05 ± 0.69 (like) texture.

Keywords: boba pearls; honey sweet potato flour; tapioca

ABSTRAK

Boba berbahan dasar tapioka cenderung memiliki tekstur agak kasar, pejal dan padat. Substitusi tepung ubi jalar madu sebagai sumber pemanis, pewarna alami dan kadar pati rendah dapat memperbaiki struktur serta meningkatkan mutu boba. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka terhadap karakteristik mutu fisik, kimia dan sensori, serta menentukan perlakuan terbaik boba tepung ubi jalar madu dan tapioka. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan yaitu rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka (0:100, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 60:40, 70:30, 80:20, 90:10 dan 100:0), tiga kali ulangan. Parameter yang dianalisis meliputi sifat fisik (diameter, densitas kamba, profil tekstur (*hardness*, *gumminess*, *springiness* dan *chewiness*); kimia (kadar air, kadar pati, dan kadar gula reduksi); dan sensori (warna, rasa, aroma dan tekstur). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berpengaruh terhadap sifat fisik (diameter, densitas kamba, profil tekstur (*hardness*, *gumminess* dan *chewiness*), kimia (kadar air, kadar pati, kadar gula pereduksi), dan sensoris (warna, rasa, aroma dan tekstur). Rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka 90:10 merupakan perlakuan terbaik dengan nilai efektivitas 0,73.

Karakteristik boba mentah terbaik memiliki diameter $0,92 \pm 0,00$ cm, densitas kamba $0,40 \pm 0,00$ g/ml dan kadar air $47,45 \pm 0,58\%$, sedangkan boba matang memiliki karakteristik diameter $1,15 \pm 0,00$ cm, densitas kamba $0,51 \pm 0,00$ g/ml, *hardness* $62,94 \pm 1,32$ gf, *gumminess* $103,21 \pm 1,62$ gf, *springiness* $53,97 \pm 2,37$ gf, *chewiness* $0,46 \pm 0,00$ gf, kadar air $64,50 \pm 1,57\%$, kadar pati $11,81 \pm 0,04\%$, gula reduksi $30,47 \pm 0,02\%$, hedonik warna $4,10 \pm 0,79$ (suka), hedonik rasa $4,15 \pm 0,81$ (suka), hedonik aroma $4,05 \pm 0,76$ (suka) dan hedonik tekstur $4,05 \pm 0,69$ (suka).

Kata kunci: boba; tapioka; tepung ubi jalar madu

Saran sitasi: Diniyah, N., Yekti, A. F. M., Afriliana, A., Giyarto, & Subagio, A. 2025. Karakteristik Fisik, Kimia, dan Sensori Boba dari Tepung Ubi Jalar Madu (*Ipomoea batatas* L. var. Madu) dan Tapioka. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 18(1), 65-80. <https://doi.org/10.20961/jthp.v18i1.90745>

PENDAHULUAN

Boba merupakan jenis isian pada minuman yang terbuat dari tapioka, bertekstur kenyal, warna transparan, rasa hambar, dan mengandung karbohidrat tinggi, namun rendah gula, sehingga agak kurang disukai. Penyajian boba dilakukan dengan perendaman dalam sirup gula, guna menciptakan rasa manis saat dikonsumsi. Boba sering ditambahkan dalam minuman *milk tea* (Kaur, *et al.*, 2022). Boba tapioka mengandung karbohidrat 88,62%, protein 0,19%, air 10,99%, energi 358,00 kkal, serat 0,90%, gula 3,35%, kalsium 20,00% dan lemak 0,02% dalam 100 g (USDA, 2019). Konsumsi minuman boba tapioka memberikan asupan kalori yang tinggi, karena sebelum disajikan direbus dalam sirup gula (pemanis) dalam jumlah yang besar dapat mengakibatkan asupan kalori yang berlebih, sehingga berpotensi dapat memicu gangguan kesehatan seperti risiko obesitas, dan diabetes. Boba tapioka cenderung memiliki tekstur agak kasar, karena pati (fraksi amilosa dan amilopektin) tapioka memiliki sifat membentuk tekstur produk lebih kompak, keras, pejal dan padat, dengan daya serap air yang tinggi (Rodisi *et al.*, 2009; Wulandari, *et al.*, 2016). Upaya perbaikan karakteristik boba tapioka dapat dilakukan dengan substitusi bahan dasar yang memiliki rasa manis dan pigmen warna alami, serta kadar pati lebih rendah. Penggunaan bahan tersebut akan memperbaiki tekstur, performa dan mengurangi penambahan gula (pemanis), serta potensi peningkatan mutu boba. Salah satu jenis bahan substitusi tersebut adalah tepung ubi jalar madu (*Ipomoea batatas* L. Var. Madu).

Ubi jalar madu segar mengandung pati di bawah 30%, dan gula total lebih tinggi dari varietas lainnya (Waramboi, *et al.*, 2011; Garcia & Walter 1998; Osundahunsi, *et al.*, 2003), dan gula total sebanyak 53,57% (Restuono, *et al.*, (2020), serta senyawa β -karoten dan serat (Mahmudatussa'adah, 2014). Ubi jalar madu juga memiliki kadar amilopektin yang rendah sehingga boba yang dihasilkan akan bersifat kenyal dan tidak kering, serta memiliki sifat kenampakan lebih baik. Kondisi tersebut menjadikan ubi jalar madu berpotensi sebagai sumber pemanis, dan memperbaiki karakteristik mutu dan fungsional boba yang dihasilkan. Upaya perbaikan sifat boba dengan penggunaan komposisi campuran tepung ubi jalar madu dan tapioka akan dihasilkan formulasi boba yang memiliki efek kesehatan dan disukai konsumen.

Penggunaan tepung ubi jalar madu yang berasal dari produk lokal, seperti pada daerah Kabupaten Lumajang, memiliki sifat yang berbeda dengan ubi jalar Cilembu merupakan terobosan baru dalam pemberdayaan produk unggulan pada daerah lokal. Harapannya produk ini dapat dikembangkan sebagai sumber bahan baku boba dengan kadar pati dan rasa manis alami khas ubi jalar madu, yang bukan dari pemanis tambahan seperti gula tebu atau sumber yang lain. Sifat tersebut dapat mengurangi penggunaan pemanis tambahan dalam penyajiannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka terhadap karakteristik fisik, kimia dan sensoris boba yang dihasilkan, serta menentukan perlakuan terbaiknya.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan pembuatan boba yaitu tepung ubi jalar madu diperoleh dari kelompok Tani Harapan Kita, Kecamatan Pasrujambe, Kabupaten Lumajang, tapioka 99 (Sumber Timur), dan air. Bahan yang digunakan untuk analisis yaitu akuades, NaOH, HCl 25%, alkohol 10%, petroleum eter, CaCO₃, larutan arsenomolybdat, reagen Nelson, Pb asetat dan K-oksalat pro analis (Merck, Germany).

Alat

Alat untuk pembuatan boba yaitu panci, neraca analitik, gelas ukur, kompor (Rinnai RI-522E), sedangkan peralatan untuk analisis yaitu texture analyzer (UTM Shimadzu AGS-X), waterbath (GFL-1092), spektrofotometer (Shimadzu model-UV-1800), neraca analitik (ohaus), oven (Selecta), *hot plate* (C-MAG HS 7), jangka sorong, botol timbang, pH universal, desikator, pendingin balik, kertas saring, alat gelas (Pyrex), dan batang stirer.

Tahapan Penelitian

Tahap 1. Pembuatan Boba Tepung Ubi Jalar Madu dan Tapioka

Pembuatan boba mengacu pada (Kaur *et al.*, 2022) dengan modifikasi. Tepung ubi jalar madu dan tapioka ditimbang sesuai dengan formulasi T0 sebagai kontrol (100:0), T1 (90:10), T2 (80:20), T3 (70:30), T4 (60:40), T5 (50:50), T6 (40:60), T7 (30:70), T8 (20:80), T9 (10:90), dan T10 (0:100). Pembuatan adonan dengan menambahkan air hangat (± 20 ml) suhu 50 °C sedikit demi sedikit sampai adonan kalis, ditimbang (1 ± 0.05 g), dicetak berbentuk bulatan-bulatan kecil menggunakan tangan. Boba mentah diletakkan pada baskom berisi tapioka, agar boba mentah tidak saling lengket. Setelah itu, boba dapat dimasukkan ke dalam air mendidih (100°C) selama 15-20 menit atau hingga boba mengapung. Boba yang matang warnanya mengkilat dan mengambang. Boba yang sudah matang diangkat dan didinginkan hingga suhu 45°C.

Tahap 2. Rancangan Penelitian

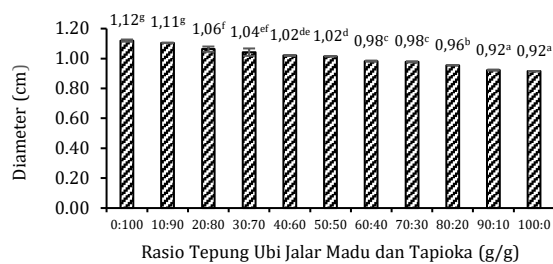
Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal yaitu rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka (T) terdiri dari T0 sebagai kontrol (0:100), T1 (20:80), T2 (30:70), T3 (40:60), T4 (50:50), T5 (60:40), T6 (70:30), T7 (80:20), T8 (90:10), dan T9 (100:0). Penelitian dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dalam pembuatan sampel dan analisis.

Tahap 3. Pengujian Boba Tepung Ubi Jalar Madu dan Tapioka

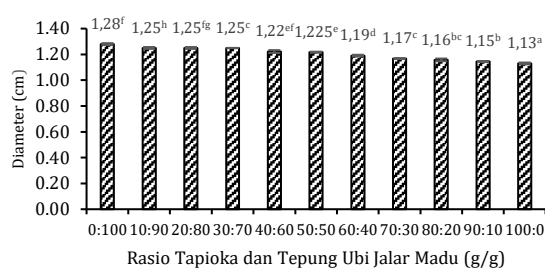
Pengujian karakteristik mutu boba tepung ubi jalar madu dan tapioka meliputi: sifat fisik, kimia, sensori, dan uji efektivitas. Analisis sifat fisik terdiri atas diameter, densitas kamba (Rachma, Anggraeni, Surja, Susanti, & Pratama, 2018) serta profil tekstur (*hardness*, *gumminess*, *springiness* dan *chewiness*) (Shin & Choi, 2021). Analisis sifat kimia terdiri atas kadar air (AOAC, 2019), kadar pati dan kadar gula reduksi (metode nelson somogyi) (Shao & Lin, 2018). Analisis sensori dengan dengan metode hedonik atau kesukaan dengan skala penilaian 1-5 dengan kriteria 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (betral), 4 (suka), dan 5 (sangat suka) (Pramono, *et al.*, 2022) dan pengujian uji efektivitas (parameter kadar air, total pati, gula reduksi, sensori warna, rasa, aroma, dan tekstur) (DeGarmo *et al.*, 1984).

Tahap 4. Analisis Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian sifat fisik dan kimia dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diuji. Apabila data signifikan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) menggunakan aplikasi SPSS 24 (*Statistical Product and Service Solutions*). Data hasil uji sensori dianalisis menggunakan uji *Chi-square*. Apabila berbeda nyata, maka dilanjutkan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dan Microsoft Excel 2013.



(a)



(b)

Gambar 1. Diameter boba dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka
Keterangan:(a) diameter boba mentah (b) diameter boba matang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Boba Tepung Ubi Jalar Madu dan Tapioka

Parameter 1. Diameter

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berpengaruh nyata terhadap diameter boba mentah dan boba matang yang dihasilkan. Diameter boba mentah dan boba matang dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar 1. menunjukkan bahwa rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berpengaruh terhadap diameter boba mentah dan boba matang yang dihasilkan. Penggunaan tapioka 100% menghasilkan diameter boba terbesar, yaitu boba mentah 1,12 cm, dan boba matang 1,28 cm. Kondisi sebaliknya untuk perlakuan 100% tepung ubi jalar madu dihasilkan diameter boba terendah, masing-masing 0,92 cm untuk boba mentah, dan 1,13 cm boba matang. Pengukuran diameter ini dilakukan menggunakan alat jangka sorong sehingga lebih presisi didapatkan ukuran diameter yang berbeda antara boba yang mentah dan yang matang karena mengalami pengembangan (pembengkakan selama proses pemanasan atau perebusan).

Boba berbahan baku tapioka berdiameter lebih besar dibandingkan dengan boba tepung ubi jalar madu. Semakin banyak penambahan tepung ubi jalar madu, semakin kecil diameter boba baik mentah maupun matang. Fennema (1985), granula pati (amilosa dan amilopektin) mampu menyerap air dan membengkak namun tidak

dapat kembali pada kondisi semula. Sifat fungsional dari amilosa adalah mampu menyerap air dan struktur granula nya mampu mengembang lebih besar dibandingkan gula reduksi (yang banyak terdapat pada ubi jalar madu) dengan adanya panas. Selain itu kandungan amilosa yang tinggi dapat meningkatkan daya serap air (Richana dan Titi, 2004). Sedangkan amilopektin yang tinggi cenderung sedikit menyerap air (Azima, *et al.*, 2017). Tapioka mengandung amilosa tinggi, sehingga daya serap air adonan boba tapioka lebih besar, yang mengakibatkan diameternya lebih besar. Menurut Asare (2024), kadar amilosa dan amilopektin tapioka sebesar 14,45-20,21% dan 85,55-79,79%, lebih tinggi dibandingkan kandungan amilosa dan amilopektin ubi jalar madu yaitu 10,85% dan 89,15% (Adrian, *et al.*, 2020) dan kadar gula total pada ubi jalar madu sebesar 53,57% (bk) (Fatonah, 2002).

Boba matang memiliki diameter lebih besar dibandingkan boba mentah. Proses pemanasan mengakibatkan amilosa dan amilopektin yang terkandung dalam boba mengalami pembengkakan, dan adonan dapat mengembang. Selama inisiasi gelatinisasi pati, air memasuki bagian cincin pertumbuhan amorf, dimana butiran pati mulai membengkak dan molekul amilosa mulai terlepas. Ketika daerah amorf membengkak secara signifikan, tekanan yang cukup dapat diberikan melalui penghubung molekul dari daerah amorf ke daerah kristalin, maka mulai terjadi gangguan kristalin. Pada tahap ini, rantai samping heliks-heliks pertama kali

berdisosiasi diikuti oleh transisi pelepasan heliks ganda (Jenkins & Donald, 1998; Wani *et al.*, 2012). Boba mengalami gelatinisasi akibat penyerapan air dalam jumlah besar, dan pembengkakan granula pati selama perebusan. Pemanasan yang berlanjut menyebabkan pembengkakan granula pati terus berlangsung, dan akhirnya granula pati pecah karena granula pati tidak mampu lagi menahan keluar masuknya air. Faktor teknik pencetakan boba yang masih manual juga berpengaruh pada keseragaman diameter boba.

Parameter 2. Densitas Kamba

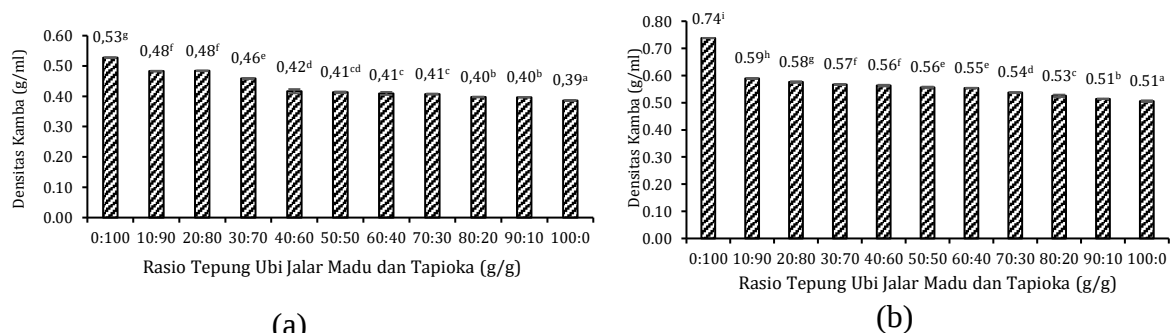
Hasil ANOVA menunjukkan bahwa rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berpengaruh nyata terhadap densitas kamba boba mentah dan boba matang yang dihasilkan. Densitas kamba boba mentah dan boba matang dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2. menunjukkan bahwa rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berpengaruh nyata terhadap densitas kamba boba mentah dan boba matang. Penggunaan tapioka 100% menghasilkan densitas kamba boba terbesar, yaitu 0,53 gram/ml untuk boba mentah, dan 0,74 g/ml boba matang. Sebaliknya, densitas kamba boba terendah diperoleh pada penggunaan 100% tepung ubi jalar madu, yaitu sebesar 0,39 g/ml untuk boba mentah, dan 0,51 g/ml boba matang.

Peningkatan jumlah tepung ubi jalar madu mengakibatkan densitas kamba boba menurun. Nilai densitas Kamba yang lebih rendah menunjukkan tekstur boba kurang kompak dan lebih rapuh. Menurut Atmaka

dan Sigit (2010), densitas kamba digunakan untuk mengetahui kekompakan dan tekstur suatu bahan. Densitas Kamba kecil menunjukkan partikel-partikel memiliki porositas besar sehingga mengakibatkan rongga-rongga antar partikel terisi oleh udara (Jufri, *et al.*, 2006). Densitas kamba boba dipengaruhi oleh komponen bahan baku yang digunakan.

Kandungan amilosa pada bahan memengaruhi densitas kamba boba (Asare & Bernard, 2024). Hal tersebut sesuai pada kandungan amilosa tepung ubi jalar madu yang lebih rendah yaitu 10,85%, menghasilkan boba yang berdaya serap air lebih kecil, sehingga boba berukuran lebih kecil dan memiliki masa lebih ringan. Akibatnya densitas kamba menurun dibandingkan dengan boba tapioka yang kandungan amilosa nya lebih tinggi sebesar 14,45-20,21% (Adrian *et al.*, 2020). Densitas kamba semakin besar menunjukkan jumlah rongga kosong diantara partikel semakin kecil sehingga udara yang ada pada bahan semakin kecil (Kusuma, *et al.*, 2013).

Densitas Kamba boba dengan penambahan tapioka memiliki bobot lebih besar per volume termasuk ruang kosong di antara butiran bahan yang berarti boba berbahan tapioka lebih padat dibandingkan dengan boba dengan penambahan tepung ubi jalar madu. Hal ini disebabkan adanya proses pemanasan adonan boba memengaruhi densitas kamba. Berdasarkan gambar 2 menunjukkan bahwa boba matang memiliki densitas kamba lebih besar dibandingkan boba mentah.



Gambar 2. Densitas kamba boba dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka
Keterangan: (a) boba mentah (b) boba matang

Tabel 1. Profil tekstur (*hardness*, *gumminess*, *springiness*, dan *chewiness*) boba dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka

Rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka	<i>Hardness</i> (gf)	<i>Gumminess</i> (gf)	<i>Chewiness</i> (gf)	<i>Springiness</i> (gf)
0:100	148,81±0,72 ^g	25,13±0,67 ^a	0,17±0,166 ^a	14,59±4,81 ^a
10:90	138,75±1,15 ^f	46,39±1,17 ^b	0,25±0,16 ^b	23,40±4,56 ^{ab}
20:80	115,73±1,60 ^e	76,44±0,30 ^c	0,27±0,11 ^c	30,78±3,06 ^{ab}
30:70	108,35±1,72 ^d	76,84±0,03 ^c	0,29±0,34 ^c	31,37±1,20 ^{ab}
40:60	107,08±0,84 ^d	80,62±0,04 ^d	0,31±0,01 ^c	31,23±1,01 ^{ab}
50:50	101,62±0,69 ^d	85,05±0,22 ^e	0,33±0,06 ^c	35,29±3,33 ^{ab}
60:40	86,99±3,83 ^c	91,78±1,99 ^f	0,39±0,08 ^c	38,03±2,68 ^{ab}
70:30	86,71±8,48 ^c	94,51±1,99 ^f	0,42±0,00 ^d	46,79±4,09 ^{ab}
80:21	74,16±2,74 ^b	94,51±1,99 ^f	0,42±0,00 ^d	46,79±4,09 ^{ab}
90:10	62,94±1,32 ^a	103,21±1,62 ^g	0,46±0,00 ^d	53,97±2,37 ^{ab}
100:0	60,58±0,52 ^a	104,12±0,85 ^g	0,51±0,00 ^d	53,31±0,43 ^b

Keterangan: huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada $\alpha \leq 0,05$

Selama proses pemanasan, adonan menyerap air sehingga mengakibatkan perubahan bentuk dan berat boba.

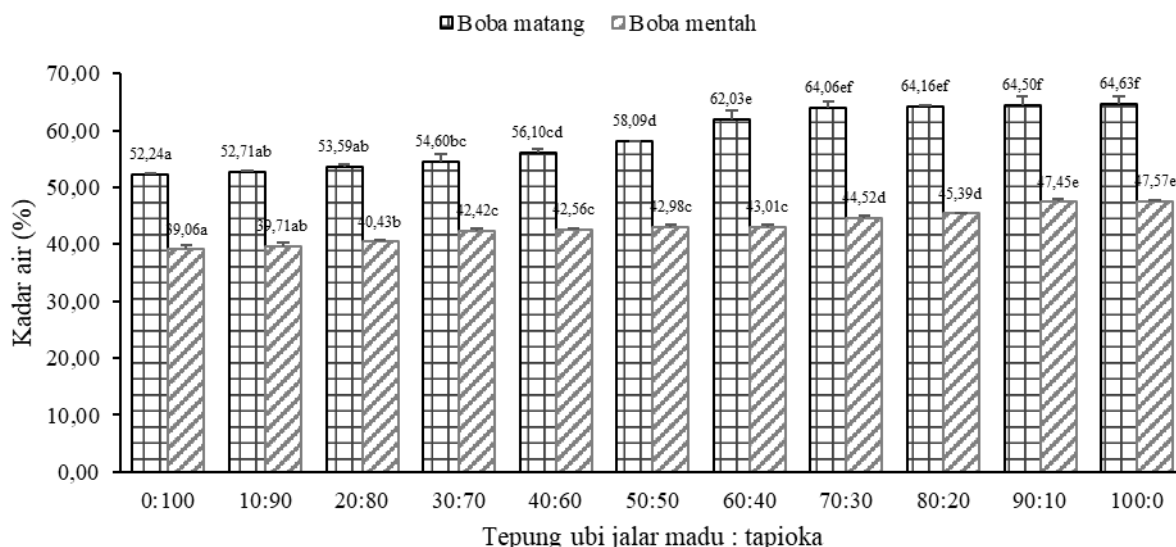
Parameter 3. Tekstur

Hasil hitung ANOVA menunjukkan bahwa rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berpengaruh nyata terhadap parameter tekstur (*hardness*, *gumminess* dan *chewiness*) boba matang yang dihasilkan. Namun, perlakuan tersebut menunjukkan berpengaruh tidak nyata terhadap *springiness* boba. *Hardness*, *gumminess*, *springiness* dan *chewiness* memiliki peranan penting dalam fisiologi menelan. Sifat-sifat seperti *hardness*, dan *gumminess* yang lebih besar umumnya berhubungan dengan risiko aspirasi yang lebih tinggi, oleh karena itu dibutuhkan bahan pembentuk gel pada boba yang *chewy* dan mudah ditelan (Dundar *et al.*, 2022). Nilai *hardness*, *gumminess*, *springiness* dan *chewiness* boba dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka dapat dilihat pada Tabel 1.

Perlakuan penambahan tapioka 100% menghasilkan *hardness* tertinggi sebesar 148,81 gf, sebaliknya penambahan 100% tepung ubi jalar madu memiliki *hardness* terendah sebesar 60,58 gf. Boba dengan nilai *gumminess*, dan *springiness* tertinggi dihasilkan pada perlakuan 100% tepung ubi jalar madu, masing-masing sebesar 104,12

gf dan 0,50 gf. Sebaliknya perlakuan 100% tapioka memiliki nilai *gumminess* dan *springiness* terendah berturut-turut yaitu 25,13 gf dan 0,17 gf. Boba dengan nilai *chewiness* tertinggi diperoleh pada rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka 90:10, sebesar 53,96 gf, dan nilai terendah pada rasio 100% tapioka yaitu 14,59 gf.

Peningkatan penambahan tepung ubi jalar madu dan penurunan jumlah tapioka cenderung menghasilkan tekstur boba yang lebih *gummy*, *springy*, dan *chewy* serta tidak keras. Komponen amilopektin dalam bahan akan menghasilkan struktur yang kokoh dan tekstur yang lebih kenyal. Tepung ubi jalar madu mengandung amilopektin lebih banyak (89,15%) (Adrian *et al.*, 2020) dibandingkan tapioka (85,55-79,79%) (Asare & Bernard, 2024). Tingginya kadar amilopektin memengaruhi sifat kekenyalan boba. Makin tinggi kadar amilopektin maka makin meningkat kekenyalan produk (Yuniar & Azizah, 2021). Amilopektin memiliki sifat membentuk gel yang baik sehingga menyebabkan tekstur menjadi kenyal (Hervelly, Rohima dan Fauziah, 2019). Menurut Mousavi *et al.* (2019) bahwa nilai *hardness* yang tinggi mengakibatkan nilai *gumminess* dan *chewiness* rendah. Nilai gaya (N) yang tinggi menunjukkan bahan bertekstur keras dan nilai yang kecil menunjukkan bahan bertekstur kenyal.



Gambar 3. Kadar air boba mentah dan matang dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka

Hal ini menunjukkan bahwa boba yang terbuat dari tapioka lebih keras dibandingkan dengan boba tepung ubi jalar madu. Oleh karena itu, kandungan pati tepung ubi jalar madu dan tapioka dapat memengaruhi kualitas tekstur boba.

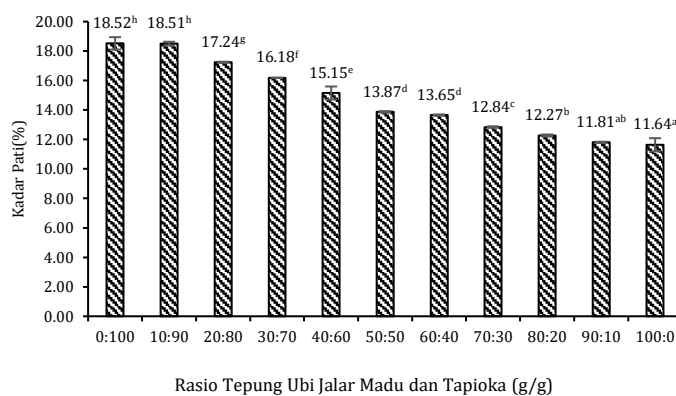
Sifat Kimia Boba dengan Variasi Rasio Tepung Ubi Jalar Madu dan Tapioka

Parameter 1. Kadar Air

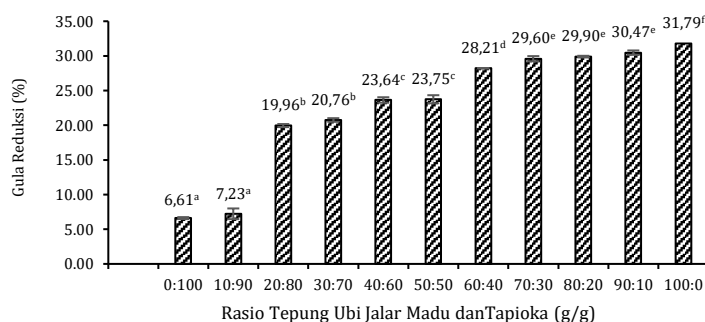
Hasil perhitungan ANOVA menunjukkan bahwa rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berpengaruh nyata terhadap kadar air boba mentah dan boba matang yang dihasilkan. Kadar air boba mentah dan boba matang dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka dapat dilihat pada Gambar 3. Perlakuan penambahan tepung ubi jalar madu 100% menghasilkan boba mentah dan matang dengan kadar air tertinggi berturut-turut 47,57% dan 64,63%. Kadar air boba mentah dan matang terendah terdapat pada penambahan tapioka 100%, sebesar 39,06% dan 52,24%. Peningkatan penambahan tepung ubi jalar madu cenderung menaikkan kadar air boba. Hal ini disebabkan karena kadar air bahan dari tepung ubi jalar madu lebih tinggi dari pada tapioka.

Menurut Grace & Henry, (2020) menyebutkan bahwa kadar air tepung ubi jalar sebesar $11,16 \pm 0,09$, sedangkan kadar air tapioka yaitu $9,97 \pm 0,10$. Selain itu, kadar serat pangan dan protein dari tepung ubi jalar lebih besar ($0,81 \pm 0,01$ dan $0,10 \pm 0,00$) dibandingkan tapioka ($0,68 \pm 0,01$ dan $<0,10 \pm 0,00$). Hal ini diduga adanya penyerapan dan pengikatan air oleh serat dan protein tepung lebih banyak sehingga dapat menyebabkan kadar air boba dari tepung ubi jalar madu lebih tinggi. Protein dan serat berperan penting dalam meningkatkan daya serap air (Javanmardi *et al.*, 2021).

Pemanasan (perebusan) adonan boba diduga menyebabkan terjadinya hidrasi/penyerapan air. Boba matang memiliki kadar air lebih besar dibandingkan boba mentah. Penyerapan air oleh granula pati boba saat perebusan membuat boba menjadi lebih besar dan mengembang sehingga menyebabkan kadar air boba matang meningkat. Selama proses pemasakan, pati akan menyerap air dan mengalami pembengkakan (He *et al.*, 2018). Hubungan absorpsi dengan kadar amilosa sesuai dengan Li *et al.* (2020), pati dengan amilosa tinggi menyerap air lebih tinggi dibandingkan pati dengan amilosa yang rendah.



Gambar 4. Kadar pati boba dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioca



Gambar 5. Kadar gula reduksi boba dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka

Menurut Romero-Bastida *et al.* (2016), molekul amilosa bersifat hidrofilik karena banyak mengandung ikatan hidrogen yang dapat berinteraksi dengan air, sehingga kadar air boba matang lebih tinggi.

Parameter 2. Kadar Pati

Hasil perhitungan ANOVA menunjukkan bahwa rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berpengaruh nyata terhadap kadar pati boba yang dihasilkan. Kadar pati boba dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 4. menunjukkan bahwa kadar pati boba perlakuan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berkisar antara 11,64% sampai 18,52%. Perlakuan penambahan tapioka 100% menghasilkan kadar pati boba tertinggi, dan yang terendah pada rasio tepung ubi jalar dan tapioka 100:0. Kandungan pati boba dipengaruhi oleh bahan yang digunakan. Menurut Kaur *et al.* (2022), kadar pati tapioka sebesar 86,4%, lebih tinggi dibandingkan dengan kadar pati ubi jalar madu 84,02%

(Grace & Henry, 2020). Semakin banyak penambahan tepung ubi jalar madu, maka semakin sedikit kadar pati boba.

Parameter 3. Kadar Gula Reduksi

Hasil perhitungan ANOVA menunjukkan bahwa rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berpengaruh nyata terhadap kadar gula reduksi boba yang dihasilkan. Kadar gula reduksi boba mentah dan boba matang dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka dapat dilihat pada Gambar 5. Gambar 5. menunjukkan kadar gula reduksi boba perlakuan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berkisar antara 6,61% sampai 31,79%, dengan kadar tertinggi pada perlakuan 100% tepung ubi jalar madu, dan terendah pada penambahan 100% tapioka. Menurut Mahmudatussa'adah (2014), Ubi jalar madu mengandung jenis gula alami sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Kandungan gula reduksi ubi jalar madu jenis cilembu segar adalah 13,27 °Brix (Restuono *et al.*, 2020), total padatan terlarut tepung ubi jalar madu

3,22±0,32 °Brix (Fatmah, Mulyani, & Dwiloka, 2022). Sedangkan kandungan gula reduksi dan gula total pati singkong pada berbagai varietas berturut-turut yaitu 0,28±0,01% hingga 0,48±0,01% dan 4,02±0,01% hingga 5,58±0,01% (Otache, *et al.*, 2017). Oleh karena itu, peningkatan penambahan tepung ubi jalar madu cenderung meningkatkan kadar gula reduksi boba.

Sifat Sensori Boba dengan Berbagai Rasio Tepung Ubi Jalar Madu dan Tapioka

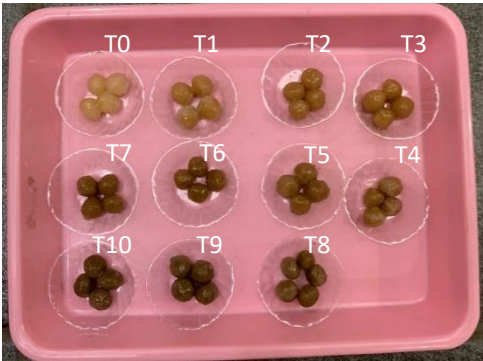
Parameter 1. Warna

Hasil analisis *Chi-Square Test* menunjukkan bahwa rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berpengaruh nyata terhadap hedonik warna boba. Kesukaan warna boba matang dapat dilihat pada

Tabel 2. Berdasarkan hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai kesukaan warna boba dengan perlakuan rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berkisar antara 1,35±0,49 sampai 4,20±0,62 (dalam skala 5). Semakin banyak penambahan tepung ubi jalar madu maka warna boba semakin disukai. Panelis lebih menyukai warna boba yang semakin coklat (penambahan tepung ubi jalar madu yang semakin banyak) dibandingkan dengan kontrol (tapioka) karena warna nya putih/pucat. Warna boba yang dihasilkan yaitu dari putih hingga coklat gelap. Hal ini dikarenakan tepung ubi jalar madu mengandung β -karoten pigmen yang berwarna kuning kemerahan sehingga memengaruhi warna boba yang dihasilkan. Selain itu kandungan gula pada tepung ubi jalar madu lebih banyak dibandingkan tapioka sehingga menyebabkan warna boba matang semakin gelap (Gambar 6).

Tabel 2. Nilai kesukaan warna, rasa, aroma, dan tekstur boba matang dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioca

Rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka	Warna	Rasa	Aroma	Tekstur
0:100	1,35±0,49	1,60±0,60	1,55±0,51	1,60±0,50
10:90	2,20±0,62	2,60±0,68	2,50±0,69	2,50±0,83
20:80	3,20±0,87	3,45±0,76	3,20±0,70	3,25±1,02
30:70	3,50±0,61	3,45±0,51	3,20±0,41	3,35±0,59
40:60	3,50±0,61	3,45±0,83	3,45±0,69	3,50±0,51
50:50	3,80±0,66	3,50±0,51	3,70±0,47	3,75±0,64
60:40	3,70±0,57	3,75±0,55	3,75±0,55	3,85±0,59
70:30	3,90±0,64	3,80±0,70	3,80±0,52	3,85±0,67
80:21	3,90±0,64	3,80±0,77	3,90±0,55	4,05±0,61
90:10	4,10±0,79	4,15±0,81	4,05±0,76	4,05±0,69
100:0	4,20±0,62	4,15±0,81	4,10±0,72	4,15±0,81



Gambar 6. Kenampakan boba matang dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka

Tabel 3. Nilai uji efektivitas boba dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka

Perlakuan	Nilai Efektivitas
0:100	0,28
10:90	0,42
20:80	0,64
30:70	0,64
40:60	0,67
50:50	0,70
60:40	0,71
70:30	0,71
80:20	0,71
90:10	0,73
100:0	0,72

Menurut Kammona *et al.* (2015), karotenoid ubi jalar madu dapat diperkirakan karena dari warnanya yang kuning. Semakin kuat intensitas warna kuningnya semakin besar kandungan karotennya. Proses perebusan pada boba menyebabkan warnanya menjadi coklat gelap dengan semakin meningkatnya penambahan tepung ubi jalar madu. Semakin banyak penambahan tepung ubi jalar madu maka semakin banyak kandungan karotenoid dan semakin coklat warna boba saat direbus. Ini disebabkan karena laju degradasi karotenoid dapat terjadi karena suhu tinggi. Moura *et al.* (2023), bahan yang mengandung karotenoid jika dipanaskan pada suhu tinggi menyebabkan laju degradasi karotenoid juga tinggi. Penelitian ini didukung Song *et al.*, (2017), pada pengeringan labu kuning yang banyak mengandung α - dan β -karoten, pemanasan menyebabkan warna menjadi gelap dikarenakan terjadi degradasi α - dan β -karoten. Selain itu, kandungan gula reduksi pada tepung ubi jalar madu yang tinggi dengan asam amino nya serta adanya pemanasan (perebusan) dapat menyebabkan terjadinya reaksi *maillard* pada boba sehingga menyebabkan pencoklatan. Reaksi *maillard* merupakan reaksi non enzimatis yang terjadi antara gula reduksi dan amin bebas dalam makanan menyebabkan pencoklatan dengan adanya panas saat pemasakan (Manzocco, *et al.*, 2000; Kathuria *et al.*, 2023).

Parameter 2. Rasa

Hasil *Chi-Square Test* menunjukkan bahwa rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berpengaruh nyata terhadap kesukaan rasa. Kesukaan rasa boba dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka dapat dilihat pada Table 2. Skor kesukaan rasa boba dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berkisar antara $1,60 \pm 0,60$ sampai $4,15 \pm 0,81$ (dalam skala 5). Rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka 100:0 merupakan perlakuan dengan nilai skor kesukaan rasa tertinggi (disukai) dibandingkan dengan boba yang terbuat dari tapioka 100%. Peningkatan jumlah tepung ubi jalar madu menghasilkan boba yang memiliki rasa lebih manis, karena kandungan gulanya lebih tinggi. Penilaian panelis tersebut sejalan dengan data uji gula reduksi boba, dimana semakin banyak penambahan tepung ubi jalar madu maka nilai kandungan gula reduksi semakin tinggi. Rasa manis ubi jalar cilembu dipengaruhi oleh kandungan fruktosa dan glukosanya (Fatmah *et al.*, 2022).

Parameter 3. Aroma

Hasil *Chi-Square Test* menunjukkan bahwa rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berpengaruh nyata terhadap kesukaan aroma boba yang dihasilkan. Kesukaan aroma boba dapat dilihat pada Tabel 2. Skor kesukaan aroma boba dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan

tapioka berkisar antara $1,55 \pm 0,51$ sampai $4,10 \pm 0,72$ (dalam skala 5). Panelis paling menyukai aroma boba pada perbandingan 100% tepung ubi jalar madu. Peningkatan penambahan tepung ubi jalar madu menghasilkan boba yang semakin meningkat aroma khasnya (manis) karena kandungan gula pada ubi jalar madu lebih tinggi daripada tapioka. Mi dengan penambahan tepung ubi jalar memiliki aroma khas ubi jalar dan lebih disukai. Aroma ubi jalar timbul karena adanya proses perebusan sehingga kandungan pati terdegradasi menjadi glukosa dan maltosa selain itu kandungan gula pada ubi jalar madu juga tinggi sehingga menyebabkan aroma khas ubi (Hervelly, *et al.*, 2019).

Parameter 4. Tekstur

Hasil *Chi-Square Test* menunjukkan bahwa rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berpengaruh nyata terhadap kesukaan tekstur boba yang dihasilkan. Tabel 2 menunjukkan bahwa rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka memengaruhi hedonik tekstur boba. Skor kesukaan tekstur boba dengan variasi rasio tepung ubi jalar madu dan tapioka berkisar antara $1,60 \pm 0,50$ sampai $4,15 \pm 0,81$ (dalam skala 5). Panelis paling menyukai tekstur boba pada perbandingan 100% tepung ubi jalar madu, dengan tekstur lebih kenyal dan tidak keras. Berdasarkan pengujian tekstur boba dengan menggunakan alat UTM semakin banyak penambahan tepung ubi jalar madu maka boba yang dihasilkan semakin *gummy*, *chewy* dan tidak keras. Hal ini karena sifat kekenyalan boba dipengaruhi oleh tingginya kadar amilopektin. Semakin tinggi kadar amilopektin maka semakin meningkat kekenyalan produk boba (Yuniar & Azizah, 2021). Kadar amilopektin tepung ubi jalar madu lebih tinggi (89,15%) (Adrian *et al.*, 2020) dibandingkan tapioka (85,55-79,79%) (Asare & Bernard, 2024). Komponen amilopektin yang tinggi menghasilkan struktur boba yang kokoh dan tekstur lebih kenyal.

Boba Rasio Tepung Ubi Jalar Madu dan Tapioka Terpilih

Uji efektivitas merupakan uji yang dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik dari seluruh parameter (kadar air, total pati, gula reduksi, sensori warna, rasa, aroma, dan tekstur) yang telah dilakukan pada sampel. Hasil uji efektivitas pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai efektivitas tertinggi terdapat pada perlakuan 90:10 tepung ubi jalar madu dan tapioka. Nilai efektivitas sampel 90:10 dengan nilai 0,73 yang memiliki karakteristik dari boba mentah (diameter $0,92 \pm 0,00$ cm, densitas kamba $0,40 \pm 0,00$ gram/ml dan kadar air $47,45 \pm 0,58\%$) dan boba matang (diameter $1,15 \pm 0,00$ cm, densitas kamba $0,51 \pm 0,00$ gram/ml, *hardness* $62,94 \pm 1,32$ gf, *gumminess* $103,21 \pm 1,62$ gf, *springiness* $53,97 \pm 2,37$ gf, *chewiness* $0,46 \pm 0,00$ gf, kadar air $64,50 \pm 1,57\%$, kadar pati $11,81 \pm 0,04\%$, gula reduksi $30,47 \pm 0,02\%$). Hasil uji sensori hedonik warna $4,10 \pm 0,79$ (suka), hedonik rasa $4,15 \pm 0,81$ (suka), hedonik aroma $4,05 \pm 0,76$ (suka) dan hedonik tekstur $4,05 \pm 0,69$ (suka).

KESIMPULAN

Perbedaan rasio boba tepung ubi jalar madu dan tapioka mempengaruhi sifat fisik boba mentah (diameter dan densitas kamba) dan boba matang (diameter, densitas kamba, *hardness*, *gumminess* dan *chewiness*), namun tidak berpengaruh terhadap *springiness*. Sifat kimia boba dengan perbedaan rasio berpengaruh terhadap boba mentah (kadar air) dan boba matang (kadar air boba, kadar pati dan gula reduksi). Sensoris boba dengan perbedaan rasio berpengaruh terhadap warna, rasa, aroma dan tekstur. Tepung ubi jalar madu dan tapioka 90:10 menunjukkan rasio terbaik dengan nilai 0,73 karakteristik boba mentah (diameter $0,92 \pm 0,00$ cm, densitas kamba $0,40 \pm 0,00$ gram/ml dan kadar air $47,45 \pm 0,58\%$) dan boba matang (diameter $1,15 \pm 0,00$ cm, densitas kamba $0,51 \pm 0,00$ gram/ml, *hardness* $62,94 \pm 1,32$ gf, *gumminess* $103,21 \pm 1,62$ gf, *springiness* $53,97 \pm 2,37$ gf, *chewiness* $0,46 \pm 0,00$ gf,

kadar air $64,50 \pm 1,57\%$, kadar pati $11,81 \pm 0,04\%$, gula reduksi $30,47 \pm 0,02\%$). Hasil uji sensori hedonik warna $4,10 \pm 0,79$ (suka), hedonik rasa $4,15 \pm 0,81$ (suka), hedonik aroma $4,05 \pm 0,76$ (suka) dan hedonik tekstur $4,05 \pm 0,69$ (suka).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada LP2M UNEJ yang telah memberikan dana Hibah Reworking Skripsi berdasarkan SK Rektor Universitas Jember Nomor 7554/UN25/KP/2024 tanggal 20 Maret 2024 dengan Nomor Surat Perjanjian Penerima Hibah Reworking Skripsi 3361/UN25.3.1/LT/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian., Syaiful, A. Z., Ridwan & Hermawati. (2020). Sakarifikasi Pati Ubi Jalar Putih Menjadi Gula Dekstrosa Secara Enzimatis. *Saintis*, 1(1), 1–12. Reviewed from <https://journal.ft.unibos.ac.id/index.php/saintis/article/view/117>
- AOAC. (2019). *Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemist* (21st ed.). Rockville: AOAC International.
- Asare, I. K & Bernard, D. (2024). Physicochemical and Functional Properties of Cassava Starch from Different Varieties as Affected by Gamma Irradiation. *Int. J. Adv. Biol. Biomed. Res*, 12(1), 11–27. <https://doi.org/10.48309/ijabbr.2024.2013764.1465>
- Atmaka, Windi & Sigit, B. A. (2010). Kajian Karakteristik Fisikokimia Tepung Instan beberapa Varietas Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 3 (1), 13-20.
- Azima, F., Anggraini, T., Syukri, D & Septia, R. A. (2017). Effect of Sodium Bisulfite Soaking on the Quality of Durian seed flour and Its Application to Dakak-Dakak Production (West Sumatra's Traditional Snack). *Pakistan Journal of Nutrition*, 16 (3), 175-178. <https://doi.org/10.3923/pjn.2017.175.178>
- DeGarmo, E. P., Sullivan, W. G & Canada, J. R. (1984). *Engineering Economy* (7th ed.). London, UK: Macmillan. Reviewed from https://books.google.co.id/books/about/Engineering_Economy.html?id=yonNRAAAAMAAJ&redir_esc=y
- Dundar, A. N., Uzuner, K., Parlak, M. E., Sahin, O. I., Saricaoglu, F. T & Simsek, S. (2022). Enhanced Functionality and Bio-Accessibility of Composite Pomegranate Peel Extract-Enriched “Boba Balls”. *Foods*, 11(23), 1-19. <https://doi.org/10.3390/foods11233785>
- Fatmah, F., Mulyani, S & Dwiloka, B. (2022). Rendemen, Swelling Power, Kadar Air, Total Padatan Terlarut, dan Warna Tepung Ubi Jalar Madu dengan Variasi Substitusi Filler Maltodekstrin. *Journal of Nutrition College*, 11(4), 337–345. <https://doi.org/10.14710/jnc.v11i4.33348>
- Fatonah, Wida. (2002). Optimasi Produksi Selai Dengan Bahan Baku Ubi Jalar Cilembu [Skripsi]. Institute Pertanian Bogor Jawa Barat Indonesia. Reviewed from <https://repository.ipb.ac.id/jspui/handle/123456789/16320>
- Fennema, O. R. (1985). *Food Chemistry*. Marcel Dekker Inc. Reviewed from <https://ipa-pasca.unpak.ac.id/pdf/Food%20Chemistry%20by%20Fennema%203rd%20Ed.pdf>
- Grace, N. C. F & Henry, C. J. (2020). The Physicochemical Characterization of Unconventional Starches and Flours Used in Asia. *Foods*, 9(182). 1-12. <https://doi.org/10.3390/foods>

9020182.
<https://doi.org/10.3390/foods9020182>
- He, M., Qiu, C., Liao, Z., Sui, Z & Corke, H. (2018). Impact of Cooking Conditions on the Properties of Rice: Combined Temperature and Cooking Time. *International Journal of Biological Macromolecules*, 117 (1), 87-94.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.05.139>
- Hervelly., Rohima, I. E & Fauziah, S. (2019). Karakteristik Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L) Termodifikasi secara Fermentasi Menggunakan Koji *Bacillus subtilis* dan Aplikasinya pada Pengolahan Pangan. *Pasundan Food Technology Journal*, 6 (1), 8-17. Reviewed from <https://journal.unpas.ac.id/index.php/foodtechnology/article/view/1503/794>
- Javanmardi, F., Nayebzadeh, K., Saidpour, A., Barati, M & Mortazavian, A. M. (2021). Optimization of a Functional Food Product Based on Fibers and Proteins: Rheological, Textural, Sensory Properties, and In Vitro Gastric Digestion Related to Enhanced Satiating Capacity. *LWT*, 147, 111586.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111586>
- Jenkins, P. J & Donald, A. M. (1998). Gelatinisation of Starch: A Combined SAXS/WAXS/DSC and SANS Study. *Carbohydrate Research*, 308, 133-147.
[https://doi.org/10.1016/S0008-6215\(98\)00079-2](https://doi.org/10.1016/S0008-6215(98)00079-2)
- Kammona, S., Othman, R., Jaswir, I & Jamal, P. (2015). Characterisation of Carotenoid Content in Diverse Local Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Flesh Tubers. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 7 (2), 347-351. Reviewed from <https://journals.innovareacademics.in/index.php/ijpps/article/view/3643/7757>
- Kathuria, D., Hamid, Gautam, S & Thakur, A. (2023). Maillard Reaction in Different Food Products: Effect on Product Quality, Human Health and Mitigation Strategies. *Food Control*, 153 (2023), 109911.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109911>
- Kaur, B., Quek, R. Y. C., Ng, G. C. F., Ponnalagu, S & Henry, C. J. (2022). Comparison of Boba Pearls Made from Tapioca Starch and Other Unconventional Flours and Starches: Their Glycaemic Response (GR). *Malaysian Journal of Nutrition*, 28(3), 357–368.
<https://doi.org/10.31246/mjn-2021-0091>
- Kusuma, T. D., Suseno, T. I. P & Surjoseputro, S. (2013). Pengaruh Proporsi Tapioka dan Terigu Terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Kerupuk Bersedri. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi*, 12(1), 17–28. Reviewed from <https://journal.ukwms.ac.id/index.php/JTPG/article/view/1477>
- Li, Q., Liu, S., Obadi, M., Jiang, Y., Zhao, F., Jiang, S & Xu, B. (2020). The impact of Starch Degradation Induced by Pre-Gelatinization Treatment on the Quality of Noodles. *Food Chemistry*, 302 (March 2019), 125267.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125267>
- Mahmudatussa'adah, A. (2014). Komposisi Kimia Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L) Cilembu pada Berbagai Waktu Simpan sebagai Bahan Baku Gula Cair. *Pangan*, 23(1), 53–64. Reviewed from <https://jurnalpangan.com/index.php/pangan/article/view/51>

- Manzocco, L., Calligaris, S., Manstrocola, D., Nicoli, M. C & Lerici, C. R. (2000). Review of Non-Enzymatic Browning and Antioxidant Capacity in Processed Foods. *Trends in Food Science & Technology*, 11(9-10), 340-346.
[https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00014-0](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00014-0)
- Moura, J. da S., Sousa, R. P. e., Martins, L. H. da S., Costa, C. E. F. da, Chisté, R. C & Lopes, A. S. (2023). Thermal Degradation of Carotenoids from Jambu Leaves (*Acmella oleracea*) during Convective Drying. *Foods*, 12(7), 1–14.
<https://doi.org/10.3390/foods12071452>
- Otache, M., Agbajor, G., Akpovona, A & Ogoh, B. (2017). Quantitative Determination of Sugars in Three Varieties of Cassava Pulp. *Asian Journal of Chemical Sciences*, 3(3), 1–8.
<https://doi.org/10.9734/ajocs/2017/37112>
- Pramono, R., Yudistira, I. G. A., Josephine, G. K & Wijaya, J. S. (2022). Experimental Design Sensory Quality Boba Developed From Pumpkin. *International Journal of Applied Business and International Management*, 7(1), 1–12.
<https://doi.org/10.32535/ijabim.v7i1.1439>
- Rachma, Y. A., Anggraeni, D. Y., Surja, L. L., Susanti, S & Pratama, Y. (2018). Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Malt Gabah Beras Merah dan Malt Beras Merah dengan Perlakuan Malting pada Lama Germinasi yang Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 7(3), 104–110.
<https://doi.org/10.17728/jatp.2707>
- Restuono, J., Indriani, F. C., Rahajeng, W & Yulifianti, R. (2020). Seleksi Produksi Tahap Pertama Klon-Klon Ubijalar Berkadar Gula Tinggi. *Vegetalika*, 9(1), 350–358.
<https://doi.org/10.22146/veg.51087>
- Richana, N & Titi, C. (2004). Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Umbi dan Tepung Pati dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubi Kelapa dan Gembili. *Jurnal Pascapanen*, 1 (1), 29-37. Reviewed from <https://www.scribd.com/doc/52740905/>
- Romero-Bastida, C. A., Tapia-Bl'acido, D., 'endez-Montecalvo, G., Bello-P'erez, L. A., Vel'azquez, G & Alvarez-Ramirez, J. (2016). Effect of Amylose Content and Nanoclay Incorporation Order in Physicochemical Properties of Starch/Montmorillonite Composites. *Carbohydrate Polymers*, 152, 351-360.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.07.009>
- Shao, Y & Lin, A. H.-M. (2018). Improvement in the Quantification of Reducing Sugars by Miniaturizing the Somogyi-Nelson Assay Using a Microtiter Plate. *Food Chemistry*, 240(1), 898–903.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.083>
- Shin, S & Choi, W. (2021). Variation in Significant Difference of Sausage Textural Parameters Measured by Texture Profile Analysis (TPA) under Changing Measurement Conditions. *Food Science of Animal Resources*, 41(4), 739–747.
<https://doi.org/10.5851/kosfa.2021.e26>
- Song, J., Wang, X., Li, D., & Liu, C. (2017). Degradation Kinetics of Carotenoids and Visual Colour in Pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) Slices during Microwave-Vacuum Drying. *International Journal of Food Properties*, 20(1), S632–S643.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1311111>

17.1306553

USDA. (2019). *Tapioca, Pearl, Dry*. Food Data Central Search Results. Reviewed from <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169717/nutrients>.

Wani, A. A., Singh, P., Shah, M . A., Schweiggert-Weisz, U., Gul, K & Wani, I. A. (2012). Rice Starch Diversity: Effects on Structural, Morphological, Thermal, and Physicochemical Properties - A

Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11, 417-436.
<https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00193.x>

Yuniar, M. E & Azizah, D. N. (2021). Kajian Penambahan Pati Kentang (*Solanum tuberosum* L.) terhadap Karakteristik Sosis Daging Sapi. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 9(3), 139–147.
<https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2021.009.03.1>