

**KARAKTERISTIK KIMIA DAN TINGKAT PENERIMAAN KONSUMEN
MANISAN KERING BUAH PALA (*Myristica fragrans* Houtt.) PADA PERLAKUAN
KONSENTRASI GULA DAN LAMA PERENDAMAN**

*Chemical Characteristics and Consumer Acceptance Level of Dried Candied Nutmeg
(Myristica fragrans Houtt.) at Different Sugar Concentrations and Soaking Durations*

**Moh. Hikam Awal¹, If'all^{2*}, Yuanita Indriasari³, Sitti Sabariyah⁴,
Siti Fathurahmi⁵, Spetriani⁶, Misriyani⁷**

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Alkhairaat

⁷Program Studi Kedokteran Universitas Alkhairaat

Jl. Diponegoro No. 39 Palu Sulawesi Tengah, Indonesia 94221

*Email : ifall.unisapalu@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi gula dan lama perendaman terhadap karakteristik kimia dan tingkat penerimaan konsumen manisan kering buah pala (*Myristica fragrans* Houtt.) serta menentukan kombinasi perlakuan terbaik. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu konsentrasi gula terdiri atas 40% dan 60%, serta lama perendaman terdiri atas 12, 24, dan 36 jam. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Parameter yang diamati meliputi kadar air, gula reduksi, protein, serat kasar, aktivitas antioksidan, vitamin C, serta uji organoleptik warna, aroma, tekstur, dan rasa. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi gula dan lama perendaman berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air, gula reduksi, serat kasar, warna, tekstur, dan rasa, serta berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar protein. Namun, perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan dan kadar vitamin C. Perlakuan terbaik diperoleh pada kombinasi konsentrasi gula 60% dan lama perendaman 12 jam (K2L1) dengan karakteristik kadar air 8,39%, gula reduksi 72,18%, protein 0,66%, serat kasar 20,83%, nilai IC₅₀ 320 µg/mL, dan vitamin C 3,32 mg/100 g. Secara organoleptik, perlakuan tersebut memperoleh skor tertinggi pada parameter warna dan rasa dengan kategori agak disukai hingga disukai panelis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daging buah pala berpotensi dikembangkan menjadi produk manisan kering bernilai tambah dengan mutu kimia dan tingkat penerimaan konsumen yang baik.

Kata kunci: buah pala; konsentrasi gula; lama perendaman; manisan kering; mutu

ABSTRACT

*This study aimed to analyze the effects of sugar concentration and soaking duration on the chemical characteristics and consumer acceptability of dried candied nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.), as well as to determine the optimum treatment combination. The experiment employed a two-factor factorial Completely Randomized Design (CRD). The first factor was sugar concentration, consisting of 40% and 60%, while the second factor was soaking duration, consisting of 12, 24, and 36 hours. Each treatment combination was replicated three times, resulting in a total of 18 experimental units. The observed parameters included moisture content, reducing sugar, protein content, crude fiber, antioxidant activity, vitamin C content, and sensory evaluation of color, aroma, texture, and taste. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by the Honestly Significant Difference (HSD) test at*

the 5% significance level. The results showed that sugar concentration and soaking duration had a highly significant effect ($p < 0.01$) on moisture content, reducing sugar, crude fiber, color, texture, and taste, and a significant effect ($p < 0.05$) on protein content. However, the treatments had no significant effect on antioxidant activity or vitamin C content. The best treatment combination was 60% sugar concentration with a 12-hour soaking duration (K2L1), which produced dried candied nutmeg with a moisture content of 8.39%, reducing sugar of 72.18%, protein content of 0.66%, crude fiber of 20.83%, an IC_{50} value of 320 $\mu\text{g/mL}$, and vitamin C content of 3.32 mg/100 g. Sensory evaluation indicated that this treatment achieved the highest scores for color and taste, ranging from moderately liked to liked by the panelists. These findings demonstrate that nutmeg flesh has considerable potential to be developed into a value-added dried candied product with desirable chemical quality and high consumer acceptance.

Keywords: *nutmeg fruit; sugar concentration; soaking duration; dried candied nutmeg; quality.*

LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil pala terbesar di dunia dan berkontribusi signifikan terhadap perdagangan rempah internasional. Komoditas pala memiliki nilai ekonomi tinggi karena dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pangan, farmasi, kosmetik, dan rempah-rempah. Namun demikian, pemanfaatan buah pala masih didominasi oleh biji dan fuli, sedangkan daging buah pala belum dimanfaatkan secara optimal dan sebagian besar menjadi limbah agroindustri. Padahal, daging buah pala mencapai sekitar 70–80% dari total berat buah segar sehingga berpotensi dikembangkan menjadi produk pangan bernilai tambah (Pangalima et al., 2016; Nurhidayah, 2018). Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya pengembangan diversifikasi produk berbasis daging buah pala sebagai upaya peningkatan nilai ekonomi komoditas lokal.

Daging buah pala diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan, seperti fenolik, flavonoid, vitamin C, dan antioksidan alami. Selain itu, kandungan serat pangan pada daging buah pala cukup tinggi sehingga berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional (Dareda et al., 2020). Penelitian Abdullah et al. (2022) melaporkan bahwa ekstrak buah pala memiliki aktivitas antioksidan yang cukup kuat sehingga berpotensi digunakan sebagai sumber antioksidan alami dalam produk pangan. Meskipun demikian, pemanfaatan daging buah pala sebagai bahan pangan masih menghadapi kendala, terutama rasa sepat dan getir akibat kandungan tanin yang cukup tinggi (Sipahelut, 2020). Oleh sebab itu, diperlukan teknologi pengolahan yang mampu memperbaiki karakteristik sensori sekaligus mempertahankan kandungan fungsional bahan.

Salah satu bentuk diversifikasi produk yang dapat dikembangkan adalah manisan kering buah pala. Manisan kering merupakan produk olahan buah yang dibuat melalui proses perendaman dalam larutan gula kemudian dilanjutkan dengan proses pengeringan. Penggunaan gula pada proses pembuatan manisan tidak hanya berfungsi sebagai pemberi rasa manis, tetapi juga berperan sebagai pengawet melalui mekanisme penurunan aktivitas air bahan (Kartika & Fithri, 2015). Proses perendaman dalam larutan gula menyebabkan terjadinya dehidrasi osmotik, yaitu perpindahan air dari jaringan bahan menuju larutan hipertonik dan difusi gula ke dalam jaringan buah akibat perbedaan tekanan osmotik (Torreggiani & Bertolo, 2001). Mekanisme tersebut sangat memengaruhi karakteristik akhir produk, terutama kadar air, tekstur, kandungan gula, dan mutu sensoris.

Konsentrasi gula dan lama perendaman merupakan dua faktor penting dalam proses pembuatan manisan kering. Konsentrasi gula yang lebih tinggi dapat meningkatkan penetrasi gula ke dalam jaringan buah dan mempercepat penurunan kadar air, sedangkan lama perendaman menentukan intensitas proses osmosis yang terjadi selama pengolahan (Maulidiah et al., 2014). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi gula dan lama perendaman

berpengaruh terhadap karakteristik fisikokimia serta tingkat penerimaan sensoris produk manisan buah (Kartika & Fithri, 2015; Hamzah & Sribudiani, 2010). Akan tetapi, sebagian besar penelitian terdahulu hanya berfokus pada mutu sensoris atau kadar gula produk tanpa mengkaji secara simultan perubahan karakteristik kimia, aktivitas antioksidan, vitamin C, dan sifat organoleptik pada manisan kering buah pala.

Beberapa studi juga menegaskan pentingnya pengaturan konsentrasi larutan osmotik dan waktu perendaman pada produk manisan atau buah kering. Rezagholizade-Shirvan et al. (2023) menunjukkan bahwa manisan kulit semangka yang direndam dalam sirup 50% dan 70% selama 1-5 jam mengalami perubahan kadar air, kehilangan air, penyerapan padatan, tekstur, dan penerimaan sensori. Kuo et al. (2018) melaporkan bahwa konsentrasi sukrosa, suhu, dan lama perendaman menentukan prediksi kadar gula pada manisan kulit semangka selama dehidrasi osmotik. Saleena et al. (2024) mengoptimasi manisan kulit pala menggunakan konsentrasi sirup 60-80 °Brix dan durasi perlakuan 10-20 menit sehingga berpengaruh terhadap water loss, sugar gain, chewiness, lightness, dan mutu fungsional. García et al. (2018) menemukan bahwa dehidrasi osmotik pada

nanas dengan konsentrasi 60-70 °Brix dan waktu perendaman 3-48 jam dapat memperbaiki mutu fisikokimia dan mempertahankan vitamin C produk kering.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian mengenai pengaruh kombinasi konsentrasi gula dan lama perendaman terhadap mutu manisan kering buah pala masih perlu dikembangkan. Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi simultan karakteristik kimia, aktivitas antioksidan, vitamin C, dan mutu organoleptik manisan kering buah pala menggunakan kombinasi perlakuan konsentrasi gula dan lama perendaman sebagai pendekatan optimasi mutu produk. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai kondisi pengolahan terbaik dalam menghasilkan manisan kering buah pala dengan mutu kimia dan tingkat penerimaan konsumen yang baik. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh konsentrasi gula dan lama perendaman terhadap karakteristik kimia dan organoleptik manisan kering buah pala serta menentukan kombinasi perlakuan terbaik yang menghasilkan mutu produk optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Februari–Juni 2025 di Laboratorium Pengolahan dan Laboratorium Analisis dan Mutu, Fakultas Pertanian Universitas

Alkhairaat, Palu. Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi gula, sedangkan faktor kedua adalah lama perendaman larutan gula. Pendekatan faktorial dipilih karena mampu mengevaluasi pengaruh utama dan interaksi antar perlakuan terhadap mutu kimia dan organoleptik produk pangan secara lebih komprehensif (Gomez & Gomez, 1984).

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah buah pala segar (*Myristica fragrans* Houtt.) dengan tingkat kematangan fisiologis optimum yang diperoleh dari petani lokal di Kota Palu, Sulawesi Tengah. Bahan tambahan meliputi gula pasir (sukrosa), garam dapur, kapur sirih, dan air bersih. Bahan kimia untuk analisis meliputi aquades, indikator fenolftalein (PP), reagen Nelson, arsenomolibdat, H_2SO_4 , NaOH, K_2SO_4 , etanol 95%, larutan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), larutan iodium, dan indikator amilum.

Peralatan yang digunakan pada proses pengolahan meliputi oven pengering, timbangan analitik, kompor, panci stainless steel, baskom, pisau stainless steel, dan sendok pengaduk. Analisis kimia menggunakan spektrofotometer UV–Vis, oven

gravimetri, tanur, desikator, sentrifuge, water bath, buret, erlenmeyer, serta alat gelas laboratorium lainnya.

Rancangan Percobaan

Penelitian disusun menggunakan RAL faktorial 2×3 dengan tiga kali ulangan sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Faktor perlakuan terdiri atas:

1. Konsentrasi gula (K):

- K1 = 40%
- K2 = 60%

2. Lama perendaman (L):

- L1 = 12 jam
- L2 = 24 jam
- L3 = 36 jam

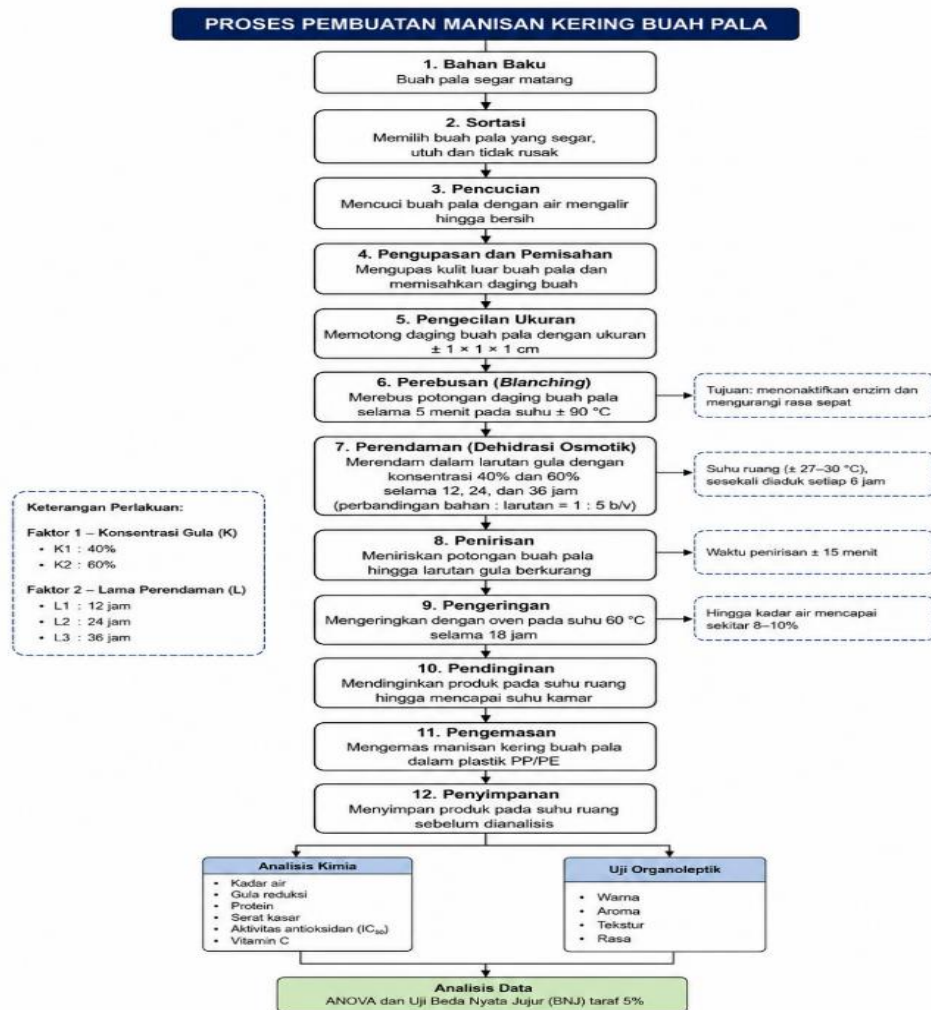
Kombinasi perlakuan meliputi K1L1, K1L2, K1L3, K2L1, K2L2, dan K2L3. Rancangan faktorial digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing faktor serta interaksi keduanya terhadap karakteristik produk manisan kering buah pala

Prosedur Pembuatan Manisan Kering Buah Pala

Buah pala segar dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran dan getah yang menempel. Selanjutnya

buah dikupas dan dipisahkan antara daging buah dan bijinya. Daging buah kemudian diiris dengan ukuran seragam untuk memperoleh proses penetrasi gula yang homogen selama perendaman. Irisan buah pala direndam dalam larutan garam 30 g/L selama 30 menit untuk membantu mengurangi rasa sepat dan getir akibat kandungan tanin. Setelah itu, sampel ditiriskan dan direndam kembali dalam larutan kapur sirih 10 g/1,5 L air selama 15 menit untuk memperbaiki tekstur produk.

Tahap berikutnya adalah perebusan selama 15 menit, kemudian sampel ditiriskan dan direndam dalam larutan gula sesuai perlakuan konsentrasi (40% dan 60%) selama 12, 24, dan 36 jam. Selama proses osmotic dehydration terjadi perpindahan air dari jaringan buah ke larutan gula serta difusi gula ke dalam jaringan buah akibat perbedaan tekanan osmotik (Torreggiani & Bertolo, 2001). Setelah proses perendaman selesai, sampel dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 18 jam berdasarkan kondisi optimum pengeringan yang dilaporkan pada penelitian sebelumnya, disajikan pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Diagram alir

Parameter Kadar Air

Kadar air dianalisis menggunakan metode oven gravimetri AOAC (2005). Sampel sebanyak 5 g dimasukkan ke dalam cawan porselen yang telah diketahui berat konstan, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C hingga diperoleh berat konstan. Kadar air dihitung berdasarkan selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan.

Gula Reduksi

Analisis gula reduksi dilakukan menggunakan metode Nelson–Somogyi yang dimodifikasi dan diukur

menggunakan spektrofotometer UV–Vis pada panjang gelombang 520 nm (Widhyasari et al., 2017). Kurva standar glukosa digunakan untuk menentukan konsentrasi gula reduksi sampel.

Protein

Kadar protein dianalisis secara spektrofotometri berdasarkan metode Sumantri (2007). Sampel diekstraksi menggunakan larutan NaOH 1 M dan absorbansi diukur pada panjang gelombang 280 nm dan 260 nm menggunakan spektrofotometer UV–Vis.

Serat Kasar

Analisis serat kasar dilakukan menggunakan metode gravimetri menurut AOAC (2005), melalui hidrolisis asam menggunakan H_2SO_4 dan hidrolisis basa menggunakan NaOH, kemudian residu dikeringkan dan diabukan dalam tanur pada suhu $500^\circ C$ hingga diperoleh berat konstan.

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan metode DPPH menurut Amin et al. (2015). Sampel diekstraksi menggunakan etanol dan direaksikan dengan larutan DPPH $50 \mu M$. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 517 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis, kemudian aktivitas antioksidan dinyatakan sebagai nilai IC_{50} .

Vitamin C

Kadar vitamin C ditentukan menggunakan metode iodometri yang dimodifikasi dari El-Ishaq dan Obirinakem (2015). Sampel dititrasi menggunakan larutan iodium 0,01 N dengan indikator amilum hingga terbentuk warna biru stabil.

Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan menggunakan metode hedonik terhadap 25

panelis semi-terlatih yang terdiri atas mahasiswa Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Alkhairaat. Parameter yang diuji meliputi warna, aroma, tekstur, dan rasa menggunakan skala hedonik 5 poin, yaitu: 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak suka, 4 = suka, dan 5 = sangat suka (Setyaningsih et al., 2010). Sampel disajikan secara acak menggunakan kode tiga digit untuk menghindari bias penilaian.

Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Apabila perlakuan menunjukkan pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Analisis statistik dilakukan menggunakan Microsoft Excel 2019 dan perangkat lunak statistik pendukung lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Kimia Manisan Kering Buah Pala

Adapun karakteristik kimia manisan kering buah pala disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. pengaruh konsentrasi gula dan lama perendaman terhadap karakteristik kimia manisan kering buah pala

Perlakuan	Kadar Air (%)	Gula Reduksi (%)	Protein (%)	Serat Kasar (%)	IC_{50} Antioksidan ($\mu g/mL$)	Vitamin C (mg/100 g)
K1L1	8.90 ± 0.05^c	71.28 ± 0.12^b	0.76 ± 0.01^a	18.61 ± 0.10^d	280 ± 0.01	3.34 ± 0.02
K1L2	8.54 ± 0.03^b	69.85 ± 0.09^d	0.65 ± 0.02^a	17.74 ± 0.08^c	260 ± 0.01	3.35 ± 0.01
K1L3	8.81 ± 0.04^c	69.37 ± 0.11^f	0.64 ± 0.01^b	19.16 ± 0.11^c	250 ± 0.02	3.36 ± 0.01

Perlakuan	Kadar Air (%)	Gula Reduksi (%)	Protein (%)	Serat Kasar (%)	IC50 Antioksidan ($\mu\text{g/mL}$)	Vitamin C (mg/100 g)
K2L1	8.39 ± 0.02^b	72.18 ± 0.10^a	0.66 ± 0.01^a	20.83 ± 0.09^b	320 ± 0.01	3.32 ± 0.02
K2L2	8.30 ± 0.03^a	69.57 ± 0.13^c	0.64 ± 0.01^b	22.16 ± 0.12^a	290 ± 0.02	3.35 ± 0.01
K2L3	8.55 ± 0.04^b	70.85 ± 0.14^c	0.63 ± 0.02^b	19.13 ± 0.10^c	280 ± 0.01	3.32 ± 0.01

Keterangan: Data disajikan sebagai rerata $\pm$ standar deviasi (n=3).

Huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5% ($p < 0,05$). K1 = Konsentrasi gula 40%; K2 = Konsentrasi gula 60%; L1 = Perendaman 12 jam; L2 = 24 jam; L3 = 36 jam.

Kadar Air

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi gula, lama perendaman, dan interaksi keduanya berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air manisan kering buah pala. Nilai kadar air produk berkisar antara 8,30% hingga 8,90% (Tabel 1). Perlakuan konsentrasi gula 60% dengan lama perendaman 24 jam (K2L2) menghasilkan kadar air terendah sebesar 8,30%, sedangkan perlakuan konsentrasi gula 40% dengan lama perendaman 12 jam (K1L1) menghasilkan kadar air tertinggi sebesar 8,90%.

Penurunan kadar air terjadi akibat mekanisme dehidrasi osmotik selama proses perendaman dalam larutan gula. Larutan gula berkonsentrasi tinggi memiliki tekanan osmotik yang lebih besar dibandingkan cairan intraseluler jaringan buah sehingga menyebabkan perpindahan air dari jaringan buah menuju larutan hipertonik (Torreggiani & Bertolo, 2001). Semakin tinggi konsentrasi gula dan semakin lama waktu perendaman, maka driving force perpindahan massa semakin besar sehingga air lebih banyak keluar dari

jaringan bahan. Fenomena tersebut menyebabkan penurunan kadar air dan aktivitas air produk secara signifikan.

Selain dipengaruhi oleh tekanan osmotik, penurunan kadar air juga berkaitan dengan perubahan struktur jaringan sel selama pengeringan. Proses osmotic dehydration dapat menyebabkan penyusutan sel (*cell shrinkage*) dan kerusakan parsial membran sel sehingga difusi air berlangsung lebih cepat selama pengeringan oven (Ahmed et al., 2016). Kondisi tersebut mendukung terbentuknya produk manisan dengan tekstur lebih padat dan umur simpan lebih panjang karena aktivitas air menjadi lebih rendah.

Kadar air seluruh perlakuan masih berada di bawah batas maksimum kadar air manisan kering menurut SNI 01-4443-1998 yaitu 44%, sehingga produk yang dihasilkan memenuhi standar mutu nasional. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Maulidiah et al. (2014) yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi gula dan lama perendaman pada manisan salak menyebabkan

penurunan kadar air akibat meningkatnya laju osmosis.

Temuan ini sejalan dengan Rezagholizade-Shirvan et al. (2023) yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi sirup dari 50% menjadi 70% dan penambahan waktu osmosis dapat menurunkan kelembapan watermelon rind candy. García et al. (2018) juga memperoleh mutu fisikokimia terbaik pada nanas osmotik kering setelah perlakuan 70 °Brix selama 48 jam, dengan kadar air lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Saleena et al. (2024) menegaskan bahwa konsentrasi sirup dan durasi impregnasi memengaruhi water loss pada manisan kulit pala. Kesamaan hasil tersebut memperkuat bahwa kadar air manisan kering sangat dipengaruhi oleh gradien tekanan osmotik dan lamanya kontak bahan dengan larutan gula.

Gula Reduksi

Analisis statistik menunjukkan bahwa konsentrasi gula dan lama perendaman memberikan pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar gula reduksi manisan kering buah pala. Nilai gula reduksi berkisar antara 69,37% hingga 72,18%. Perlakuan K2L1 menghasilkan kadar gula reduksi tertinggi sebesar 72,18%, sedangkan perlakuan K1L3 menghasilkan nilai terendah sebesar 69,37%.

Peningkatan kadar gula reduksi disebabkan oleh difusi sukrosa dari larutan gula ke dalam jaringan buah selama proses perendaman. Konsentrasi gula yang lebih tinggi meningkatkan gradien konsentrasi antara larutan dan jaringan buah sehingga penetrasi gula berlangsung lebih intensif. Selain itu, selama proses pemanasan dan pengeringan, sebagian sukrosa dapat mengalami hidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa yang tergolong gula reduksi (Shi & Le Maguer, 2002).

Hasil ini didukung oleh Kuo et al. (2018) yang menunjukkan bahwa kadar gula pada candied watermelon rind dapat diprediksi melalui kombinasi konsentrasi sukrosa, suhu, dan waktu dehidrasi osmotik. Peningkatan konsentrasi larutan osmosis memperbesar peluang terjadinya solid gain pada jaringan buah. Pola tersebut mendukung peningkatan gula reduksi pada perlakuan K2L1 dalam penelitian ini.

Kandungan gula reduksi yang tinggi juga berperan dalam pembentukan warna produk melalui reaksi Maillard dan karamelisasi selama pengeringan. Reaksi tersebut menghasilkan pigmen melanoidin yang memberikan warna cokelat kekuningan pada produk manisan. Intensitas reaksi Maillard meningkat pada kondisi kadar gula tinggi dan suhu pengeringan yang relatif tinggi (Pathare et al., 2013). Oleh karena itu, perlakuan

dengan konsentrasi gula lebih tinggi cenderung menghasilkan warna yang lebih disukai panelis.

Protein

Kadar protein manisan kering buah pala berkisar antara 0,63% hingga 0,76% dan menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ($p < 0,05$). Perlakuan K1L1 menghasilkan kadar protein tertinggi sebesar 0,76%, sedangkan perlakuan K2L3 menunjukkan kadar protein terendah sebesar 0,63%.

Penurunan kadar protein diduga terjadi akibat proses pemanasan, perendaman, dan pengeringan yang menyebabkan denaturasi protein serta pelarutan sebagian senyawa nitrogen ke dalam media perendaman. Menurut Damodaran et al. (2017), protein bahan pangan mengalami perubahan struktur sekunder dan tersier selama pemanasan sehingga kelarutan dan stabilitasnya menurun. Selain itu, proses osmosis memungkinkan terjadinya leaching komponen larut air dari jaringan buah menuju larutan gula.

Kadar protein buah pala relatif rendah karena buah pala bukan merupakan sumber protein utama. Oleh sebab itu, perubahan kadar protein selama pengolahan tidak terlalu signifikan dibandingkan parameter lain seperti kadar air dan gula reduksi.

Serat Kasar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi gula dan lama perendaman berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar serat kasar. Nilai serat kasar berkisar antara 17,74% hingga 22,16%, dengan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan K2L2 sebesar 22,16%.

Peningkatan kadar serat kasar berkaitan erat dengan penurunan kadar air selama proses osmotic dehydration dan pengeringan. Ketika kadar air menurun, proporsi komponen padatan termasuk serat menjadi lebih tinggi secara relatif. Selain itu, pengeringan menyebabkan konsentrasi komponen lignoselulosa dan polisakarida struktural meningkat dalam bahan kering (Elleuch et al., 2011).

Tingginya kandungan serat pada manisan kering buah pala menjadi nilai tambah produk karena serat pangan berperan penting dalam kesehatan saluran pencernaan, pengendalian glukosa darah, dan penurunan risiko penyakit degeneratif. Dengan demikian, manisan pala berpotensi dikembangkan sebagai produk pangan fungsional berbasis komoditas lokal.

Aktivitas Antioksidan

Hasil analisis menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan produk. Nilai IC₅₀ berkisar antara 250–320 µg/mL. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa aktivitas

antioksidan produk berada pada kategori sedang hingga kuat.

Stabilitas aktivitas antioksidan selama pengolahan diduga berkaitan dengan keberadaan senyawa fenolik dan flavonoid dalam daging buah pala yang relatif tahan terhadap perlakuan gula dan pengeringan moderat. Menurut Shahidi dan Ambigaipalan (2015), senyawa fenolik memiliki stabilitas termal yang lebih baik dibandingkan vitamin larut air seperti vitamin C. Selain itu, pembentukan produk reaksi Maillard selama pengeringan juga dapat berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan karena melanoidin diketahui memiliki kemampuan menangkap radikal bebas (Pathare et al., 2013).

Vitamin C

Kadar vitamin C berkisar antara 3,32–3,36 mg/100 g dan tidak berbeda nyata antar perlakuan ($p>0,05$). Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan buah pala segar akibat degradasi vitamin C

selama proses perebusan, perendaman, dan pengeringan.

Vitamin C merupakan senyawa yang sangat sensitif terhadap panas, oksigen, dan cahaya. Selama pengolahan termal, asam askorbat mengalami oksidasi menjadi dehidroaskorbat yang selanjutnya terdegradasi menjadi senyawa tidak aktif (Lee & Kader, 2000). Selain itu, proses perendaman memungkinkan vitamin C larut ke dalam media osmosis karena sifatnya yang mudah larut dalam air. Tidak adanya perbedaan nyata antar perlakuan menunjukkan bahwa degradasi vitamin C lebih dipengaruhi oleh proses pemanasan awal dan pengeringan dibandingkan variasi konsentrasi gula dan lama perendaman.

2. Karakteristik Organoleptik Manisan Kering Buah Pala

Adapun karakteristik kimia manisan kering buah pala disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Skor hedonik manisan kering buah pala pada berbagai perlakuan

Perlakuan	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa
K1L1	3.44 ± 0.15^b	3.08 ± 0.12	2.96 ± 0.10^b	3.16 ± 0.14^a
K1L2	3.16 ± 0.11^b	3.08 ± 0.10	3.20 ± 0.13^b	3.04 ± 0.11^b
K1L3	3.60 ± 0.14^b	3.12 ± 0.09	2.96 ± 0.12^b	3.60 ± 0.10^a
K2L1	3.64 ± 0.12^a	3.12 ± 0.11	3.20 ± 0.15^b	3.64 ± 0.12^a
K2L2	3.08 ± 0.13^b	2.92 ± 0.14	3.48 ± 0.11^a	3.00 ± 0.13^b
K2L3	3.32 ± 0.12^b	3.20 ± 0.13	2.92 ± 0.10^b	3.64 ± 0.14^a

Keterangan: Data rerata $\pm$ standar deviasi ($n=3$ panelis). Huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5% ($p<0,05$).

Warna

Nilai kesukaan panelis terhadap warna berkisar antara 3,08 hingga 3,64

dengan kategori agak suka hingga suka.

Perlakuan K2L1 memperoleh skor

tertinggi sebesar 3,64 dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya ($p < 0,05$).

Warna cokelat kekuningan pada manisan pala terbentuk akibat reaksi Maillard dan karamelisasi selama pengeringan. Intensitas warna meningkat seiring meningkatnya konsentrasi gula karena gula reduksi berperan sebagai substrat utama reaksi pencokelatan non-enzimatis. Menurut Martins et al. (2000), reaksi Maillard menghasilkan senyawa melanoidin yang memberikan warna khas dan meningkatkan penerimaan visual produk pangan.

Aroma

Nilai aroma berkisar antara 2,92–3,20 dan tidak berbeda nyata antar perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi gula dan lama perendaman tidak memberikan perubahan signifikan terhadap aroma khas pala. Aroma produk didominasi oleh senyawa volatil alami pala seperti monoterpen dan seskuiterpen yang relatif stabil selama proses pengolahan moderat.

Tekstur

Perlakuan memberikan pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap tekstur produk. Perlakuan K2L2 menghasilkan skor tekstur tertinggi sebesar 3,48. Tekstur produk dipengaruhi oleh kehilangan air dan penyerapan gula selama proses osmosis. Semakin lama waktu perendaman, maka jaringan buah

mengalami pengerasan akibat peningkatan total padatan terlarut dalam jaringan. Penyerapan gula yang berlebihan menyebabkan struktur produk menjadi terlalu keras dan kurang disukai panelis. Fenomena ini menunjukkan bahwa keseimbangan antara dehidrasi dan impregnasi gula menjadi faktor penting dalam pembentukan tekstur optimal.

Saleena et al. (2024) juga menggunakan chewiness sebagai salah satu respons penting dalam optimasi manisan kulit pala yang diproses melalui vacuum impregnation. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi sirup dan durasi perlakuan berperan dalam membentuk tekstur produk. Dengan demikian, tekstur manisan kering buah pala dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai akibat dari interaksi antara kehilangan air, penyerapan gula, dan perubahan struktur jaringan selama pengolahan.

Rasa

Nilai kesukaan terhadap rasa berkisar antara 3,00–3,64 dengan skor tertinggi diperoleh pada perlakuan K2L1 dan K2L3. Konsentrasi gula yang lebih tinggi menghasilkan rasa lebih manis sehingga lebih diterima panelis. Namun demikian, perendaman terlalu lama cenderung menghasilkan rasa terlalu pekat dan menurunkan keseimbangan flavor alami pala.

Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi gula 60% dan lama perendaman 12 jam menghasilkan keseimbangan terbaik antara rasa manis, tekstur, dan aroma khas pala sehingga memberikan tingkat penerimaan panelis tertinggi.

Pola penerimaan tersebut sejalan dengan Rezagholizade-Shirvan et al. (2023) yang menunjukkan bahwa perlakuan osmotik pada manisan kulit semangka memengaruhi sifat fisikokimia dan nilai sensori produk. Penerimaan panelis tidak hanya ditentukan oleh rasa manis, tetapi juga oleh keseimbangan warna, tekstur, dan karakter khas bahan. Oleh karena itu, perlakuan K2L1 menjadi perlakuan terbaik karena mampu menghasilkan rasa manis yang cukup tanpa menghilangkan karakter khas buah pala.

Pembahasan Umum

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi gula dan lama perendaman memberikan pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air, gula reduksi, serat kasar, tekstur, dan rasa manisan kering buah pala. Interaksi kedua faktor menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi gula yang disertai perpanjangan waktu perendaman meningkatkan intensitas dehidrasi osmotik dan penetrasi gula ke dalam jaringan buah. Kondisi tersebut menyebabkan perubahan

kadar air, gula reduksi, dan karakteristik tekstur produk secara simultan.

Perlakuan konsentrasi gula 60% dan lama perendaman 12 jam (K2L1) menghasilkan kombinasi mutu terbaik karena mampu menghasilkan kadar air rendah, rasa manis yang optimal, serta tekstur yang masih disukai panelis. Sementara itu, perendaman terlalu lama cenderung menyebabkan tekstur produk menjadi lebih keras akibat peningkatan total padatan terlarut dalam jaringan buah.

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi gula dan lama perendaman merupakan faktor penting dalam menentukan mutu manisan kering buah pala. Mekanisme utama yang terjadi selama proses pengolahan adalah dehidrasi osmotik, yaitu perpindahan air keluar dari jaringan buah dan difusi gula ke dalam bahan akibat perbedaan tekanan osmotik antara larutan gula dan cairan intraseluler buah (Torreggiani & Bertolo, 2001). Proses tersebut memengaruhi kadar air, gula reduksi, tekstur, warna, dan karakteristik sensoris produk secara simultan. Semakin tinggi konsentrasi gula dan semakin lama waktu perendaman, maka laju perpindahan massa semakin besar sehingga kadar air produk menurun dan kandungan padatan terlarut meningkat (Shi & Le Maguer, 2002).

Penurunan kadar air yang terjadi selama proses osmotic dehydration

berkontribusi terhadap peningkatan stabilitas produk karena aktivitas air menjadi lebih rendah. Kondisi tersebut dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan memperpanjang umur simpan produk pangan semi-kering (Ahmed et al., 2016). Selain itu, peningkatan penetrasi gula selama perendaman turut memengaruhi pembentukan tekstur produk. Penyerapan gula dalam jumlah tinggi menyebabkan jaringan buah menjadi lebih padat dan keras akibat meningkatnya total padatan terlarut dalam matriks bahan. Fenomena ini menjelaskan mengapa perlakuan dengan waktu perendaman terlalu lama menghasilkan tekstur yang kurang disukai panelis.

Peningkatan kadar gula reduksi selama pengolahan juga berperan dalam pembentukan warna manisan melalui reaksi Maillard dan karamelisasi selama proses pengeringan. Reaksi tersebut menghasilkan senyawa melanoidin yang memberikan warna coklat kekuningan khas pada produk manisan kering (Martins et al., 2000). Selain memengaruhi warna, senyawa hasil reaksi Maillard diketahui dapat memberikan kontribusi terhadap aktivitas antioksidan produk karena memiliki kemampuan menangkap radikal bebas (Pathare et al., 2013). Hal ini diduga menjadi salah satu penyebab aktivitas antioksidan produk relatif stabil meskipun

mengalami perlakuan panas selama proses pengolahan.

Stabilitas aktivitas antioksidan pada manisan kering buah pala menunjukkan bahwa sebagian senyawa fenolik dan flavonoid masih dapat dipertahankan selama proses pengolahan. Menurut Shahidi dan Ambigaipalan (2015), senyawa fenolik memiliki stabilitas yang lebih baik terhadap perlakuan panas dibandingkan vitamin C sehingga degradasinya berlangsung lebih lambat selama pengeringan. Sebaliknya, vitamin C mengalami penurunan akibat sifatnya yang sensitif terhadap panas, oksigen, dan cahaya. Lee dan Kader (2000) menyatakan bahwa asam askorbat mudah mengalami oksidasi selama proses termal sehingga kandungannya cenderung menurun pada produk olahan buah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi gula 60% dengan lama perendaman 12 jam metode indeks efektivitas De Garmo dengan mempertimbangkan parameter kimia dan organoleptik. Parameter yang digunakan meliputi kadar air, gula reduksi, serat kasar, aktivitas antioksidan, warna, aroma, tekstur, dan rasa. Setiap parameter diberikan bobot sesuai tingkat kepentingannya terhadap mutu produk. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perlakuan K2L1 memperoleh nilai efektivitas tertinggi sebesar 0,75 sehingga

ditetapkan sebagai perlakuan terbaik. Perlakuan tersebut menghasilkan keseimbangan terbaik antara mutu kimia dan tingkat penerimaan panelis. Temuan ini sejalan dengan penelitian Maulidiah et al. (2014) dan Kartika dan Fithri (2015) yang melaporkan bahwa kombinasi konsentrasi gula dan waktu perendaman berpengaruh signifikan terhadap mutu fisikokimia dan sensoris produk manisan buah. Rezagholizade-Shirvan et al. (2023) menyatakan bahwa kombinasi konsentrasi sirup dan waktu osmosis terhadap mutu fisikokimia serta sensori berpengaruh nyata terhadap manisan kulit semangka. Kuo et al. (2018) menunjukkan bahwa kandungan gula produk manisan dapat dikendalikan melalui pengaturan konsentrasi sukrosa dan waktu osmosis. Saleena et al. (2024) membuktikan bahwa manisan kulit pala dapat dioptimasi melalui pengaturan konsentrasi sirup, suhu, dan durasi perlakuan untuk menghasilkan mutu tekstur dan fungsional yang baik. García et al. (2018) juga membuktikan bahwa konsentrasi larutan osmotik dan lama perendaman dapat memperbaiki mutu buah kering.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa daging buah pala memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai produk pangan olahan bernilai tambah berbasis komoditas lokal. Pengolahan menjadi manisan kering

tidak hanya mampu meningkatkan nilai ekonomi daging buah pala yang selama ini kurang dimanfaatkan, tetapi juga berpotensi menghasilkan produk pangan fungsional dengan kandungan serat dan aktivitas antioksidan yang masih cukup baik. Oleh karena itu, pengembangan manisan kering buah pala dapat menjadi salah satu alternatif diversifikasi pangan lokal sekaligus mendukung pengurangan limbah agroindustri berbasis komoditas perkebunan Indonesia.

KESIMPULAN

Konsentrasi gula dan lama perendaman berpengaruh signifikan terhadap karakteristik kimia dan organoleptik manisan kering buah pala, terutama kadar air, gula reduksi, serat kasar, warna, tekstur, dan rasa. Peningkatan konsentrasi gula dan lama perendaman memperkuat proses dehidrasi osmotik yang menyebabkan penurunan kadar air serta peningkatan penetrasi gula ke dalam jaringan buah. Perlakuan konsentrasi gula 60% dengan lama perendaman 12 jam menghasilkan karakteristik produk terbaik berdasarkan mutu kimia dan tingkat penerimaan panelis. Produk yang dihasilkan memiliki potensi dikembangkan sebagai pangan olahan berbasis komoditas lokal dengan nilai tambah dan aktivitas antioksidan yang masih cukup baik.

Daftar Pustaka

- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International (18th ed.). Gaithersburg, MD: AOAC International.
- Abdullah, S. S., Antasionasti, I., Rundengan, G., & Abdullah, R. P. I. (2022). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Biji Dan Daging Buah Pala (*Myristica Fragrans*) Dengan Metode Dpph. *Chemistry Progress*, 15(2), 70–75. <https://doi.org/10.35799/cp.15.2.2022.44489>
- Amin, I. M., Norazaidah, Y., & Hainida, K. I. E. (2015). Antioxidant activity and phenolic content of raw and blanched *Amaranthus* species. *Food Chemistry*, 94(1), 47–52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.048>
- Badan Standardisasi Nasional. 1998. SNI 01-443-1998 Manisan Kering. Jakarta: BSN.
- Dareda, C. T., Suryanto, E., & Momuat, L. I. (2020). Karakterisasi dan aktivitas antioksidan serat pangan dari daging buah pala (*Myristica fragrans* Houtt). *Chemistry Progress*, 13(1). <https://doi.org/10.35799/cp.13.1.2020.29661>
- El-Ishaq, A., & Obirinakem, S. (2015). Effect of temperature and storage on vitamin C content in fruits juice. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(8), 98–104.
- García, F., Bejarano, D., Paredes, L., Vega, R., & Encinas, J. (2018). Osmotic dehydration improves the quality of dehydrated *Ananas comosus*. *Scientia Agropecuaria*, 9(3), 349-357. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.03.06>
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). Statistical Procedures for Agricultural Research (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Hamzah, F., & Sribudiani, E. (2010). Mutu Manisan Kering Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *SAGU*, 9(1), 15-20.
- Kartika P.N & Fithri C.N. 2015. Studi Pembuatan Osmodehidrat Buah Nenas (*Ananas comosus* L. Merr) : Kajian Konsentrasi Gula dalam Larutan Osmosis dan Lama Perendaman. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 3 No 4 p. 1345 1355.
- Kuo, C. H., Lin, J., Huang, C. Y., Hsieh, S. L., Li, S., Kuo, J. M., & Shieh, C. J. (2018). Predicting sugar content of candied watermelon rind during osmotic dehydration. *Food Science and Technology*, 38(Suppl. 1), 228-235. <https://doi.org/10.1590/fst.18817>
- Maulidiah, A., Hidayati, D., & Hastuti, S. 2014. Analisa Karakteristik Manisan Kering Salak (*Salacca Edulis*) Dengan Lama Perendaman Dan Konsentrasi Larutan Gula. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 8(1), 23-31. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v8i1.2033>
- Nurhidayah, Y. F. 2018. Karakteristik Sari Buah Pala Dengan Variasi Lama Perendaman dalam Larutan Gula dan Konsentrasi Putih Telur. Universitas Jember. Jember.
- Pangalima, S., Pakasi, C. B. D. Benu, N. M. 2016. Analisis Sub-Sektor Perkebunan Pala Di Provinsi Sulawesi Utara. *ASE*, 12(1), 67-76. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.12.1.2016.11400>
- Rezagholizade-Shirvan, A., Shokri, S., Dadpour, S. M., & Amiryousefi, M. R. (2023). Evaluation of

- physicochemical, antioxidant, antibacterial activity, and sensory properties of watermelon rind candy. *Heliyon*, 9(6), e17300. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17300>
- Saleena, P., Jayashree, E., Neethu, K. C., Bhuvaneswari, S., Alfiya, P. V., & Anees, K. (2024). Optimization of vacuum impregnated nutmeg rind candy using RSM modeling: Effect on functional and nutritional properties. *Journal of Food Science and Technology*, 61(11), 2121-2132. <https://doi.org/10.1007/s13197-024-05982-6>
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., & Sari, M. P. 2014. Analisis Sensori Untuk Industri Pangan Dan Argo. PT Penerbit IPB Press.
- Sipahelut, S.G., Kastanja, A.Y., & Patty, Z. (2020). Antioxidant activity of nutmeg fruit flesh-derived essential oil obtained through multiple drying methods. *Eur Asian Journal of Bio Sciences*.
- Sumantri, A. R. 2007. Analisis makanan. Universitas Gadjad Mada, Yogyakarta. 269 hal.
- Torreggiani, D., & Bertolo, G. (2001). Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. *Journal of food Engineering*, 49(2-3), 247-253. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00210-7](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00210-7)
- Widhyasari, L. M., Putri, N. L. N. D. D., & Parwati, P. A. 2017. Determination Carbohydrate Level of White Rice in the Rice Cooker Heating Process With Time Variation. *Bali Medika Jurnal*, 4(2), 115-125. <https://doi.org/10.36376/bmj.v4i2.9>